

Aus dem Hygiene-Institut der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
(ehemaliger Direktor: Prof. Dr. H. Kliewe)

Die Bedeutung antimikrobieller Anstriche unter besonderer Berücksichtigung einer neuen Binderfarbe

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von
HERMANN PILZ
prakt. Arzt
aus Oberbrechen bei Limburg

Mainz 1964

Die Bedeutung antimikrobieller Anstriche
unter besonderer Berücksichtigung
einer neuen Binderfarbe

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Johannes Gutenberg-Universität
Mainz

Vorgelegt von
Hermann Pilz
prakt. Arzt
aus Oberbrechen bei Limburg

Mainz 1964



Dekan: Prof. Dr. K. Thomsen
Referent: Prof. Dr. H. Kliewe

Tag der mündlichen Prüfung: 14. Mai 1964

Meiner lieben Frau Ingrid

1. Einleitung	1
2. Die ersten Jahre	2
3. Die Jugendjahre	3
4. Die ersten Jahre	4
5. Die ersten Jahre	5
6. Die ersten Jahre	6
7. Die ersten Jahre	7
8. Die ersten Jahre	8
9. Die ersten Jahre	9
10. Die ersten Jahre	10
11. Die ersten Jahre	11
12. Die ersten Jahre	12
13. Die ersten Jahre	13
14. Die ersten Jahre	14
15. Die ersten Jahre	15
16. Die ersten Jahre	16
17. Die ersten Jahre	17
18. Die ersten Jahre	18
19. Die ersten Jahre	19
20. Die ersten Jahre	20
21. Die ersten Jahre	21
22. Die ersten Jahre	22
23. Die ersten Jahre	23
24. Die ersten Jahre	24
25. Die ersten Jahre	25
26. Die ersten Jahre	26
27. Die ersten Jahre	27
28. Die ersten Jahre	28
29. Die ersten Jahre	29
30. Die ersten Jahre	30
31. Die ersten Jahre	31
32. Die ersten Jahre	32
33. Die ersten Jahre	33
34. Die ersten Jahre	34
35. Die ersten Jahre	35
36. Die ersten Jahre	36
37. Die ersten Jahre	37
38. Die ersten Jahre	38
39. Die ersten Jahre	39
40. Die ersten Jahre	40
41. Die ersten Jahre	41
42. Die ersten Jahre	42
43. Die ersten Jahre	43
44. Die ersten Jahre	44
45. Die ersten Jahre	45
46. Die ersten Jahre	46
47. Die ersten Jahre	47
48. Die ersten Jahre	48
49. Die ersten Jahre	49
50. Die ersten Jahre	50
51. Die ersten Jahre	51
52. Die ersten Jahre	52
53. Die ersten Jahre	53
54. Die ersten Jahre	54
55. Die ersten Jahre	55
56. Die ersten Jahre	56
57. Die ersten Jahre	57
58. Die ersten Jahre	58
59. Die ersten Jahre	59
60. Die ersten Jahre	60
61. Die ersten Jahre	61
62. Die ersten Jahre	62
63. Die ersten Jahre	63
64. Die ersten Jahre	64
65. Die ersten Jahre	65
66. Die ersten Jahre	66
67. Die ersten Jahre	67
68. Die ersten Jahre	68
69. Die ersten Jahre	69
70. Die ersten Jahre	70
71. Die ersten Jahre	71
72. Die ersten Jahre	72
73. Die ersten Jahre	73
74. Die ersten Jahre	74
75. Die ersten Jahre	75
76. Die ersten Jahre	76
77. Die ersten Jahre	77
78. Die ersten Jahre	78
79. Die ersten Jahre	79
80. Die ersten Jahre	80
81. Die ersten Jahre	81
82. Die ersten Jahre	82
83. Die ersten Jahre	83
84. Die ersten Jahre	84
85. Die ersten Jahre	85
86. Die ersten Jahre	86
87. Die ersten Jahre	87
88. Die ersten Jahre	88
89. Die ersten Jahre	89
90. Die ersten Jahre	90
91. Die ersten Jahre	91
92. Die ersten Jahre	92
93. Die ersten Jahre	93
94. Die ersten Jahre	94
95. Die ersten Jahre	95
96. Die ersten Jahre	96
97. Die ersten Jahre	97
98. Die ersten Jahre	98
99. Die ersten Jahre	99
100. Die ersten Jahre	100

INHALTSVERZEICHNIS:

Seite

A. Allgemeine Gesichtspunkte	3
B. Literaturübersicht	5
C. Testmethoden	10
D. Eigene Versuche	11
1. Testbakterien und Testpilzstämmе	11
2. Anstrichträger	12
3. Verarbeitung der Anstriche	12
4. Trocknung und Alterung der Anstriche	13
I. Untersuchungen über die bakterien- und bazillenbeeinflussende Wirkung	14
a.) Methodik	14
b.) Ergebnisse	14
c.) Besprechung der Ergebnisse	22
II. Prüfung der Bakterizidie	24
a.) Methodik	24
b.) Ergebnisse	24
Zwischenzusammenfassung	25
III. Untersuchungen über die schimmel- und sproßpilzbeeinflussende Wirkung	26
a.) Methodik	26
b.) Ergebnisse	26
c.) Besprechung der Ergebnisse	34
IV. Prüfung der Fungizidie	35
a.) Methodik	35
b.) Ergebnisse	36
Zwischenzusammenfassung	36

	Seite
V. Untersuchungen über die hautpilzbeeinflussende Wirkung	37
a.) Allgemeine Gesichtspunkte	37
b.) Methodik	38
c.) Ergebnisse	38
d.) Besprechung der Ergebnisse	44
VI. Prüfung der Fungizidie	45
Zwischenzusammenfassung	45
VII. Untersuchungen über die tuberkelbakterienbeeinflussende Wirkung	46
a.) Allgemeine Gesichtspunkte	46
b.) Methodik	47
c.) Ergebnisse	48
d.) Besprechung der Ergebnisse	50
VIII. Tierexperimentelle Untersuchungen über die tuberkelbakterienabtötende Wirkung	51
a.) Methodik	51
b.) Ergebnisse	52
c.) Besprechung der Ergebnisse	54
Zwischenzusammenfassung	54
E. Diskussion	56
F. Zusammenfassung	60
G. Literaturverzeichnis	62
H. Lebenslauf	67

A. ALLGEMEINE GESICHTSPUNKTE

Anstrichmittel waren zunächst ihrer farblichen Wirkung wegen verwandt worden. Später hat man auf Grund der dabei gemachten Beobachtungen sehr schnell erkannt, daß sie außerdem Gegenstände und Materialien unter bestimmten Voraussetzungen gegen verschiedene Umwelteinflüsse mehr oder weniger zu schützen vermögen. Insbesondere unter ungünstigen klimatischen Verhältnissen bei hoher Luftfeuchte kommt es durch ubiquitär vorhandene Schimmelpilze zu einer Zersetzung von nicht vorbehandeltem und nicht mit einem Anstrich versehenen Material. Die meisten Anstrichmittel setzen Schimmelpilzen nur ungenügenden oder überhaupt keinen Widerstand entgegen, so daß sie in tiefere Wandschichten eindringen, evtl. einzelne Grundsubstanzen der Anstrichmittel als Nährquellen verwenden und jeden neu aufgetragenen Anstrich in kürzester Zeit zerstören. Es zeigte sich jedoch, daß nicht nur die mit Anstrichmitteln versehenen Gegenstände und Materialien selbst, sondern auch die Nahrungsmittel, Genußmittel oder Getränke herstellenden, verarbeitenden oder lagernden Wirtschaftszweige auf Grund der bei ihnen jeweils vorherrschenden raumklimatischen Verhältnisse besonders mit einem Schimmelpilzbefall ihrer Fabrikations- oder Lagerräume rechnen müssen. Es sind dies vor allem Brauereien, Brennereien, Mostereien, Molkereien, Großküchen, Bäckereien und Konditoreien, Schlachthäuser, Konserven- und Tabakfabriken, Wäschereien, Gerbereien, Papier- und Lederfabriken. Ein dort an den Wänden mehr oder weniger stark auftretender Schimmelpilzbefall kann durch Übergreifen

zu einer Infektion der in diesen Betrieben lagernden oder zu verarbeitenden Grundstoffe, Materialien bzw. deren Endprodukten führen, die dadurch eine erhebliche Wertminderung erfahren oder in kurzer Zeit verderben. Um diese Gefahr herabzusetzen, ist es im Rahmen der Betriebshygiene wünschenswert, Wände, Decken, Böden sowie Stellagen etc. mit fungiziden oder fungistatisch wirkenden Schutzstoffen zu versehen. Neben diesen gewerbehygienischen Erfordernissen besteht gleichzeitig der dringende Wunsch, im Rahmen der Gesundheitsfürsorge und des Krankenhauswesens, in Säuglingsheimen, Kindergärten, Schulen, öffentlichen sanitären Anlagen, Badeanstalten, Schwimmhallen und nicht zuletzt in Massenbeförderungsmitteln (Aufzügen, Omnibussen, Straßenbahnen etc. sowie in interkontinental verkehrenden Personen- und Güterverkehrsmitteln, in Schiffen und Flugzeugen) alle Wände und Gegenstände, die nicht regelmäßig desinfiziert werden, mit einem Oberflächenschutz fungizider bzw. fungistatischer und bakterizider bzw. bakteriostatischer Wirksamkeit zu versehen. Dieser Notwendigkeit ist man trotz verbesserter therapeutischer Maßnahmen nicht enthoben, denn zu den Aufgaben der Hygiene gehört es auch, die Infektionsquellen auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Dies ist im Hinblick auf Infektion durch Zwischenträger unbelebten Materials nur durch eine verbesserte Desinfektion möglich. Diese Notwendigkeit ist heute noch dringlicher, weil in immer größerem Maße das Auftreten von sulfonamid- und antibiotikaresistenten Keimen beobachtet wird, deren Ausbreitung zum Teil durch eine sorgsame Desinfektion vermieden werden kann.

B. L I T E R A T U R Ü B E R S I C H T

Die ersten Versuche erstreckten sich auf die Holzkonservierung. Man verwandte hierfür Kupfersulfat (Boucherisierung, die auch heute noch in Frankreich und in der Schweiz angewandt wird), Chlor-Zink-Lösungen und Sublimat (Cyanisierung). Seit 1930 wurden Salzgemische (z.B. Basilite) eingesetzt. Hierbei zeigte es sich, daß einzelne Wirkstoffe, wie z.B. Natrium-Fluorid im Holz wandern und durch Wasser ausgelaugt werden können. Dinitrophenol und Pentachlorphenol bilden dagegen Komplex-Salzverbindungen und sind beständiger.

Die wesentliche zusätzliche Forderung an diese Konservierungsmittel ist, daß sie bei guter Schutzwirkung geruchlos sowie farblos sind und einen niederen Dampfdruck besitzen, eine Forderung, die im wesentlichen das Pentachlorphenol erfüllt (HUBERT). Eine besondere Wirkung des Pentachlorphenol besteht gegenüber Schwämmen, Bakterien, Hefen, Algen, Protozoen und anderen Mikroorganismen. Das aus Korrosionsgründen mit Natrium neutralisierte, wasserlösliche Pentachlorphenol entsprach in seiner Wirkung dem freien Pentachlorphenol. Mit Natrium-Pentachlorphenol oder 5%-igem Pentachlorphenol getränktes Holz bleibt farb- und geruchlos und läßt sich jederzeit mit einem Farbanstrich versehen.

Die weitere Forderung außer der Konservierung betraf die Abtötung pathogener Mikroorganismen. Hierüber berichtet HEICKEN in verschiedener Untersuchungen. Er beobachtete, daß z.B. S.paratyphi auf Lackfilmen zwei bis zehn Tage lebensfähig bleiben, während sie auf porösem Material mehrere Monate, ja sogar Jahre (Eichenholz 17 Monate, Fichtenholz 2 Jahre, Buchenholz 5 Jahre) noch nachweisbar sind, vorausgesetzt, daß

sie in das Material eindringen und sich somit physikalischen (Licht und Austrocknung) und mechanischen (Reinigung) Einwirkungen entziehen. Diese Beobachtungen weisen darauf hin, daß die Oberflächenbeschaffenheiten von ungeschützten bzw. durch Anstriche geschützten Materialien eine wesentliche Bedeutung für die Überlebenszeit von Mikroorganismen haben.

Die mehrfach vertretene Ansicht, daß durch Lack- oder Ölfilme geschützte Flächen an ihrer Oberfläche glatt sind und deshalb wenig Keime an ihnen haften können, ist nicht zutreffend. KAUFMANN und GULINSKY führten elektronenmikroskopische Untersuchungen über die Oberflächen von Anstrichen durch. Im Gegensatz zu ihrem Erscheinungsbild zeigen Untersuchungen von Ölfilmen eine starke Oberflächenstrukturierung. Bei Ölfilmen fand sich eine Eisblumenanordnung (Runzelung) durch stellenweise Anhäufung kolloidunlöslicher Teilchen. Dickere Ölfilme besitzen eine Porösität, jedoch erwiesen sich die Poren nicht als rund, sondern unregelmäßig kantig und von unterschiedlichem Porendurchmesser. Durch Zusätze von Trocknungsbeschleunigern (Sikkativierung, wie z.B. Kobalt-Naphtenat) läßt sich das Reißen bzw. die Porenbildung der Ölfilme wenn auch nicht ganz verhindern, so doch wesentlich herabsetzen. Dies bedeutet, daß nicht nur unbehandeltes poröses Material, sondern auch die mit den üblichen, einfacheren Anstrichmitteln versehenen Oberflächen auf Grund ihrer Struktur Keime aufnehmen können. Dort bleiben diese je nach den gegebenen Verhältnissen und entsprechend der Keimart lange lebensfähig, sofern der Anstrich nicht selbst auf die Dauer keimtötend wirkt.

DEYCKE und HEIMES sowie JACOBITZ stellten Untersuchungen über die bakterizide bzw. fungizide Wirkung von Anstrichmitteln an. Es erwies sich, daß z.B. Kalk- und Leimfarben keine nennenswerte Wirkung aufweisen, während sich Ölfarbenanstriche diesbezüglich günstiger ver-

hielten. Als Ursache sieht JACOBITZ die Bildung flüchtiger Fettsäuren und Aldehyde bei dem oxydativen Trocknungsprozess der Ölfarbenanstriche an. Naturgemäß klingt deshalb dieser Effekt im Verlauf einiger Monate ab. In späteren Untersuchungen fand man als Ursache der bakteriziden Wirkung chemische Reaktionen, die während der Polymerisation und nach dem Trocknungsprozeß auftraten. MERZBACHER analysierte in Leinölfirnis folgende Abbauprodukte: Aldehyde, Ameisen-, Propion-, Kapron- und Pelargonsäure sowie höhere gesättigte und ungesättigte ein- und zweibasige Fettsäuren. HEICKEN berichtet ebenfalls, daß die Bakterizidie für ölhaltige Anstriche auf der Anwesenheit niederer Fettsäuren beruht, allerdings muß nach Untersuchungen von LEHMANN berücksichtigt werden, daß nicht nur leinölhaltige Anstriche, sondern auch andere leinölhaltige Stoffe, wie z.B. Linoleum, bakterizid wirken können. Ein Zusatz von 5%-iger Nonylsäure oder eines Gemisches von Heptyl- und Nonylsäure zu einfachen Zelluloselacken hatte eine den Ölanstrichen ähnliche bakterizide Wirkung zur Folge, während der Zusatz einiger Phenolderivate (Polychlorkresol, Tetra-bromkresol, Trichloroxylenol, Polychloroxylenol, Tribromoxylenol) zu leinöl- oder holzölhaltigen Anstrichmitteln die bakterizide Eigenschaft gegenüber normalen Anstrichen nur wenig beeinflusste (HEICKEN). Eine Verbesserung der keimtötenden Wirkung frischer Anstriche konnte dagegen durch Zusatz von Chlor-m-Kresol sowie Nonylsäure oder von einem Gemisch aus Heptyl- und Nonylsäure erreicht werden. Es erwies sich jedoch, daß diese verbesserte bakterizide Wirkung nach einer Trocknungszeit von 4 Wochen nicht mehr feststellbar war. HILPERT und NIEHAUS fanden bei Untersuchungen, daß während des Trocknungsprozesses von Lein- oder Holzöl Phenole wahrscheinlich durch die Peroxyde bei der Autoxydation des Leinöls bzw. Holzöls oxydiert und

mit wechselnder Geschwindigkeit "verbraucht" werden. WARE beobachtete ebenfalls in seinen Versuchen mit Zusätzen von Phenol, Kresol und Jodoform, daß diese auch nur für eine kurze Zeit eine Steigerung der Bakterizidie zur Folge hatten. Auf Grund der begrenzten und unsicheren Wirkung war man bestrebt, Verbindungen von längerer Haltbarkeit zu finden. So erwiesen sich Anstriche mit chloriertem Leinöl und Lithoponen gegenüber Staphylokokken und S.typhi noch nach vier Monaten bakterizid. EPSTEIN sah noch eine keimtötende Wirkung von chlorierten Ölanstrichen gegenüber den gleichen Keimen nach 3-4 Jahren. Günstig verhielten sich auch Zusätze von Chlorphenol oder Oxychinolinsulfat (EPSTEIN und SNELL). TROUSSAINT konnte dies für o-Oxychinolinsulfat bestätigen. PORTIER und KLING sowie CARSWELL und NASON verwendeten mit gutem Erfolg chlorphenolhaltige Anstriche und Pentachlorphenol-Zusätze. Letztere sollen eine gute Dauerwirkung haben (KLUND und GARDNER). HARRY berichtet über die bakterizide Wirkung einer Mischung von p-m-Kresol und Zinkoxyd in Anstrichen. VALLEE beobachtete ein relativ günstiges Resultat mit halogenierten Verbindungen und aromatischen Aldehyden, während Dijodthymol, Tribrom- β -Naphtol oder Chinolin nach seinen Untersuchungen weniger wirkungsvoll waren.

LEONARD und PITMAN führten aus kriegstechnischen Gründen Untersuchungen durch, um schimmelfeste Lacke für dauerhafte Isolierungen zu finden. Hierbei fanden sie, daß das praktisch ungiftige, nicht auslaugbare Kupfer-8-Quinolinolat sich besonders gut zur Schimmelpilzbekämpfung eignet. Es ließen sich damit Textilien, Leder, Asphalt, Wachse und Außenanstriche schimmelfest machen. EISENSCHIML und KALBERG stellten aus naphtetischer Säure, Xylol und Kupfer-8-Quinolinolat eine Mischung her, die eine Verarbeitung in Lacken, Farben oder Firnissen erlaubte.

HEICKEN prüfte den Einfluß der Trocknungszeit auf die keimtötende Wirkung von Nitro-Zellulose-Anstrichen mit desinfizierenden Zusätzen (5% Tribromphenol, 5%- β -Naphthol, 5%-m-Chlor-Kresol, 5% Gemisch aus Heptyl- und Nonylsäure). Seine Untersuchungen nach jeweils 2 oder 4 Wochen und 2, 3, 4, 7 Monaten Trocknungszeit mit *S. paratyphi B* ließen erkennen, daß die bakterizide Wirkungsdauer dieser Nitro-Zellulose-Anstriche von der Art der phenolischen Komponente abhängt. Über 7 Monate wirksam waren Chlor-m-Kresol und Heptyl- Nonylsäuregemische. Bei Holz- und Leinölanstrichen, die bereits ohne keimhemmenden Zusatz Bakterien innerhalb von 48 Stunden abtöteten, verkürzte sich durch Einarbeitung von Desinfektionsmittel-Zusätzen die Abtötungszeit auf 6-24 Stunden. Trotz dieser Befunde wird der Wert desinfizierender Zusätze zu Anstrichen von HEICKEN kritisch beurteilt, weil die bakterizide Wirkungsdauer gegenüber der Gebrauchsdauer derartiger Anstriche relativ kurz ist.

Der Zusatz von Phenolderivaten kann sich nachteilig auswirken, weil die antioxydative Wirkung der Phenole den Trocknungsprozeß besonders ölhaltiger Anstriche verzögert und nach Überschreiten einer Maximalkonzentration ein unbrauchbarer, klebender Ölfilm entsteht. Erst die Entwicklung neuer Bindemittel auf der Basis von Nitro-Zellulose, Chlor-Kautschuk, Polyvinyl-Verbindungen und Kombinationen derselben machte höhere Phenolzusätze möglich, ohne daß der Trocknungsprozeß verzögert wurde. Auf dieser Basis hergestellte Anstriche mit Zusatz von halogenierten Phenolderivaten töteten in kurzer Zeit Bakterien und Hautpilze (CARLSON). Eine keimhemmende Wirkung auf Tuberkelbakterien ließ sich nicht feststellen. Künstliche Alterung dieser Anstriche führte bei Zugrundelegung der physikalisch-chemischen RGT (Reaktions-Gleichgewichts-Temperatur)-Regel von van't Hoff bei der Auswertung zu keiner Wirkungsabnahme.

Anstrichfarben, die auslaugbare, wasserlösliche Desinfektionsmittelzusätze enthalten, können jedoch unter bestimmten Bedingungen eine Gefährdung für Mensch und Tier darstellen. Ständiger Kontakt herausgelöster Substanzen kann zu der erstmals 1942 in den USA beschriebenen und 1946 auch in Deutschland aufgetretenen "X-Krankheit" führen. Es handelt sich hierbei nach OLAFSON um eine "Hyperkeratose". Als Ursache soll ein häufiger Kontakt der Haut mit Erdöl- oder Steinkohlenteerprodukten, besonders hochchlorierten Naphtalinen, u.a. dem Pentachlorphenol und seinem Natriumsalz, in Frage kommen (WAGENER u. KRÜGER, OLAFSON u. Mc ENTÉE, SIKES u. Mitarbeiter, BELL, KEHOE u. Mitarbeiter).

C. TESTMETHODEN

In der Literatur sind verschiedene Methoden zur Prüfung fungizider bzw. fungistatischer Anstriche angegeben.

Es handelt sich um die Methoden nach LANGER und KADEN, RAGG, RUGGERI und um den sog. "Gap-Test" (DENTON u. JUTSUM). Alle 4 Verfahren sind im Prinzip aber Diffusionsteste, bei denen mit Anstrichen versehene Filterpapierblättchen, Papier- und Holzstreifen oder Glasstäbchen auf mit verschiedenen Pilzen beimpfte Nährböden gelegt werden. GREY verwendete den sog. Pflaster-Test. Hierbei werden quadratische Platten mit Anstrichmitteln versehen, nach ihrer Trocknung mit Schimmelpilzsporen besprüht und einen Monat in einer feuchten Kammer aufbewahrt. Die Beurteilung erfolgt nach Stärke bzw. Ausbleiben des Pilzwachstums im Vergleich zu unbehandelten Kontrollplatten.

Analog diesen Methoden kann auch die Prüfung bakterizid bzw. bakteriostatisch wirkender Anstriche vorgenommen werden.

D. EIGENE VERSUCHE

Der Dauererfolg sämtlicher bisher in der Praxis angewandter bakterien- und pilzwachstumshemmender bzw. abtötender Anstriche blieb unter Extremverhältnissen stets in Frage gestellt. Die Fortschritte auf dem Gebiet der Anstrich- und Desinfektionsmittelherstellung erlaubt die Kombination neuer, in dieser Beziehung wirkungsvollerer Anstriche.

In den nun folgenden Untersuchungen wurde eine auf der Basis neuer Anstrichmittel in Verbindung mit einem solchen stark wirksamen Desinfektionsmittel versehene Binderfarbe auf ihre antimikrobielle Wirkung geprüft. Sie trug die Bezeichnung Indeko-W^{x)}. Als Kontrolle diente die gleiche Dispersionsfarbe ohne Desinfektionsmittelzusatz.

1. Testbakterien und Testpilzstämmе

- a. Zur Prüfung der bakterien- und bazillenbeeinflussenden Wirkung wurden folgende Prüfstämme verwandt:
 - aa. 4 aus Krankenmaterial der Klinik isolierte *Staphylococcus aureus*-Stämme
 - bb. *Pseudomonas aeruginosa*
 - cc. *Bacillus subtilis*
- b. Zur Prüfung der schimmel- und sproßpilzbeeinflussenden Wirkung dienten:
 - aa. *Penicillium notatum*
 - bb. *Aspergillus flavus*
 - cc. *Mucor racemosus*
 - dd. *Candida albicans*

x) Das antimikrobielle Prinzip beruht auf einer schwermetallfreien organischen Schwefelverbindung.
Herstellerfirma: Deutsche Amphibolin-Werke, Oberramstadt

- c. Zur Prüfung der hautpilzbeeinflussenden Wirkung wurden benutzt:
 - aa. *Trichophyton mentagrophytes* (Kaufmann-Wolf)
 - bb. *Trichophyton granulosum* (identisch mit aa.)
 - cc. *Trichophyton verrucosum* (Erreger der Kälberflechte)
 - dd. *Microsporon gypseum*
- d. Zur Prüfung der tuberkelbakterienbeeinflussenden Wirkung diente der Tuberkelbakterien-Stamm H 37 Rv (Typus humanus).

2. Anstrichträger

In den Bakterien-, Schimmel- sowie Hautpilzversuchen wurden als Anstrichträger 4,6 cm² große, runde Filterpapierflächen und in den kulturellen Tb.-Bakterien-Versuchen 10 x 20 mm große Papierstreifen eingesetzt. Bei den Tb.-Tierversuchen dienten als Anstrichträger 10 x 40 mm große Glasstreifen (Fensterglas). Diese Materialien wurden mit den jeweiligen Prüfanstrichen versehen.

3. Verarbeitung der Anstriche

Um das Ausmaß der keimbeeinflussenden Wirkung des Anstriches besser erfassen zu können, wurde er außer in gebrauchsfertiger Konzentration in weiteren Versuchen 1:3 und 1:10 mit aqua dest. verdünnt. Die Anstrichträger wurden mit diesen drei verschiedenen Anstrichsuspensionen doppelseitig bestrichen. Ihre Verwendung fand frühestens 48 Stunden nach Erreichen einer Gewichtskonstanz bei Raumtemperatur statt, also zu einem Zeitpunkt, als das Suspensionsmedium verdunstet war. Schichtdickenmessungen oder Gewichtsbestimmungen der Anstriche wurden nicht vorgenommen.

Als Kontrolle diente die gleiche Anstrichfarbe ohne Zusatz des keimhemmenden Mittels. Diese sog. Dispersionsfarbe wurde auf den Anstrichträger in gleicher Weise wie die Versuchsfarbe aufgetragen. Allerdings kam sie nur in gebrauchsfertiger Konzentration ohne Herstellung weiterer Verdünnungen zum Einsatz.

4. Trocknung und Alterung der Anstriche

Der praktische Wert keimhemmender oder keimtötender Anstriche wird weniger durch seinen Wirkungsgrad in frischem Zustand bestimmt, sondern weit wichtiger ist die Feststellung über welchen Zeitraum diese Eigenschaft erhalten bleibt. Hierzu wurde ein Teil der mit verschiedenen Anstrichmengen versehenen Testträger 10, 20 und 30 Tage bzw. 15 und 30 Tage bei 40 und 60° C künstlich gealtert.

Bei den Tb.-Versuchen wurden außerdem 10, 20 und 30 Tage bei Raumtemperatur gelagerte Anstrichträger geprüft. Unter Zugrundelegung der physikalisch-chemischen Reaktions-Gleichgewichts-Temperatur-Regel von van't Hoff ist eine Wärmebehandlung von 30 Tagen bei 60° C einem Alterungsprozess der Farbe von 1 1/2 - 2 Jahren bei Raumtemperatur gleichzusetzen. Um einen Anhaltspunkt über das Ausmaß des Wirkungsverlustes durch diese "künstliche Alterung" zu erhalten wurden die bei Raumtemperatur sowie die bei 40 und 60° C getrockneten Anstriche parallel geprüft. Die Dispersionsfarbe (Kontrollfarbe ohne Wirkstoff) wurde entsprechend gealtert.

I. Untersuchungen über die bakterien- und bazillenbeeinflussende Wirkung des Anstrichmittels Indeko-W.

Keimhemmende oder -tötende Substanzen in Trägermaterialien können auf Mikroorganismen nur wirken, wenn sie vom Trägermaterial abdiffundieren. Das Ausmaß dieses Effekts hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z.B. von der Konzentration des Wirkstoffes im Trägermaterial, von seiner molekülabhängigen Diffusionsgröße in das umgebende Medium, von seiner Löslichkeit und von seinem Angriffspunkt im Stoffwechsel der Mikroorganismen. Um einen Anhaltspunkt über diesen Fragenkomplex zu erhalten, wurden Untersuchungen mit der wirkstoffenthaltenden Versuchsfarbe Indeko-W und zum Vergleich als Kontrolle mit Dispersionsfarbe auf Filterpapiertestblättchen in frischem Zustand sowie nach vorangegangener Alterung durchgeführt.

a. Methodik

Als Testkeime wurden *Staphylococcus aureus* (Mischung aus 4 Stämmen), *Pseudomonas aeruginosa* (Mischung aus 4 Stämmen) sowie *Bacillus subtilis* gewählt. 24 Stunden alte Bouillonkulturen dieser Keime wurden mit sterilem aqua dest. verdünnt und verflüssigtem 45-50° C warmen Nähragar in einer Endkonzentration von ca. 50-100 Keimen pro ml zur Bildung von Einzelkolonien zugesetzt. Diesen beimpften Nähragar gossen wir in sterile Petrischalen. Nach Erstarren des Nährbodens wurde im Zentrum der Petrischale jeweils ein Anstrichträger aufgelegt. Die Bebrütung der Kulturen erfolgte über einen Zeitraum von 5 Tagen bei 37° C. Jeweils am 1., 3. und 5. Tag wurde die Wachstumshemmung beurteilt nach der Größe der wachstumsfreien Zone in mm vom Rand des Testblättchens aus gemessen.

b. Ergebnisse

Die Ergebnisse der bakterien- und bazillenbeeinflussenden Wirkung sind in den Tabellen 1 - 7 aufgeführt und anschließend besprochen.

Tabelle 1

Untersuchungen über die Beeinflussung des Bakterien- und Bazillenwachstums von in Nähragar eingepfachten Keimen im Diffusionstest durch Auflegen von mit Indeko-W versehenen Anstrichträgern im Vergleich zur Dispersionsfarbe nach 48-stündiger Luttrocknung bei Raumtemperatur.

Keimausgangsmaterial: 24-stündige Bouillonkulturen

Keimeinsaatmenge: ca. 50-100 Keime pro ml Nährmedium

Wachstumstemperatur: 37° C

Testkeime und Auswertung nach Tagen	Anstrichfarbe Indeko - W						Dispersions- farbe	
	konz.		1 : 3		1 : 10		konz.	
	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger
Staph.aureus	1	6 -	5 -	-	3 -	-	0	+
	3	6 -	5 -	-	2 -	-	0	+
	5	6 -	5 -	-	2 -	-	0	+
Ps.aeruginosa	1	4 -	2 -	-	0	-	0	+
	3	4 -	1 -	-	0	+	0	+
	5	4 -	1 -	-	0	+	0	+
Bac.subtilis	1	3 -	0 -	-	0	+	0	+
	3	3 -	0 -	-	0	+	0	+
	5	3 -	0 -	-	0	+	0	+

Zeichenerklärung für die Tabellen 1 - 19 :

+ = Anstrichträger bewachsen

- = Anstrichträger unbewachsen

0 = keine Hemmzone

Hemmzone in mm = wachstumsfreie Zone in mm vom Rande
des Anstrichträgers aus gemessen

Tabelle 2

Untersuchungen über die Beeinflussung des Bakterien- und Bazillenwachstums von in Nähragar eingeeimpften Keimen im Diffusionstest durch Auflegen von mit Indeko-W versehenen Anstrichträgern im Vergleich zur Dispersionsfarbe nach vorausgegangener 10-tägiger Lagerung bei 40° C

Keimausgangsmaterial: 24-stündige Bouillonkulturen
Keimeinsaatmenge: ca. 50-100 Keime pro ml Nährmedium
Wachstumstemperatur: 37° C

Testkeime	Anstrichfarbe						Dispersions- farbe	
	Indeko - W							
	konz.		1 : 3		1 : 10		konz.	
	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger
Staph.aureus	1	6 -	5 -	2 -	0	+		
	3	6 -	4 -	1 -	0	+		
	5	6 -	4 -	1 -	0	+		
Ps.aeruginosa	1	5 -	3 -	0 -	0	+		
	3	5 -	3 -	0 +	0	+		
	5	5 -	3 -	0 +	0	+		
Bac.subtilis	1	3 -	0 -	0 +	0	+		
	3	3 -	0 -	0 +	0	+		
	5	3 -	0 -	0 +	0	+		

Tabelle 3

Untersuchungen über die Beeinflussung des Bakterien- und Bazillenwachstums von in Nähragar eingimpften Keimen im Diffusionstest durch Auflegen von mit Indeko-W versehenen Anstrichträgern im Vergleich zur Dispersionsfarbe nach vorausgegangener 20-tägiger Lagerung bei 40° C.

Keimausgangsmaterial: 24-stündige Bouillonkulturen
Keimeinsaatmenge: ca. 50-100 Keime pro ml. Nährmedium
Wachstumstemperatur: 37° C

Testkeime und Auswertung nach Tagen	Anstrichfarbe Indeko-W						Dispersions- farbe	
	konz.		1 : 3		1 : 10		konz.	
	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger
Staph.aureus	1	8 -	6 -	1 -	0 -	0 +		
	3	8 -	5 -	1 -	0 -	0 +		
	5	8 -	5 -	1 -	0 -	0 +		
Ps.aeruginosa	1	6 -	3 -	0 -	0 -	0 +		
	3	5 -	3 -	0 +	0 +	0 +		
	5	5 -	3 -	0 +	0 +	0 +		
Bac.subtilis	1	3 -	0 -	0 -	0 -	0 +		
	3	3 -	0 -	0 +	0 +	0 +		
	5	3 -	0 -	0 +	0 +	0 +		

Tabelle 4

Untersuchungen über die Beeinflussung des Bakterien- und Bazillenwachstums von in Nähragar eingimpften Keimen im Diffusionstest durch Auflegen von mit Indeko-W versehenen Anstrichträgern im Vergleich zur Dispersionsfarbe nach vorausgegangener 30-tägiger Lagerung bei 40° C.

Keimausgangsmaterial: 24-stündige Bouillonkulturen
Keimeinsaatmenge: ca. 50-100 Keime pro ml Nährmedium
Wachstumstemperatur: 37° C

Testkeime		Anstrichfarbe						Dispersions- farbe	
		Indeko - W							
und		konz.		1 : 3		1 : 10		konz.	
Auswertung nach Tagen		Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger
=====		=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
	1	6	-	6	-	2	-	0	+
Staph.aureus	3	6	-	5	-	2	-	0	+
	5	6	-	5	-	2	-	0	+
=====		=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
	1	5	-	3	-	0	-	0	+
Ps.aeruginosa	3	5	-	3	-	0	+	0	+
	5	5	-	3	-	0	+	0	+
=====		=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
	1	2	-	0	-	0	-	0	+
Bac.subtilis	3	2	-	0	-	0	+	0	+
	5	2	-	0	-	0	+	0	+
=====		=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====

Tabelle 5

Untersuchungen über die Beeinflussung des Bakterien- und Bazillenwachstums von in Nähragar eingeeimpften Keimen im Diffusionstest durch Auflegen von mit Indeko-W versehenen Anstrichträgern im Vergleich zur Dispersionsfarbe nach vorausgegangener 10-tägiger Lagerung bei 60° C.

Keimausgangsmaterial: 24-stündige Bouillonkulturen
Keimeinsaatmenge: ca. 50-100 Keime pro ml Nährmedium
Wachstumstemperatur: 37° C

Testkeime	Anstrichfarbe						Dispersions- farbe	
	Indeko - W							
und	konz.		1 : 3		1 : 10		konz.	
Auswertung nach Tagen	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger
Staph.aureus	1	7 -	7 -	-	3 -	-	0	+
	3	6 -	5 -	-	2 -	-	0	+
	5	5 -	5 -	-	2 -	-	0	+
Ps.aeruginosa	1	3 -	2 -	-	0 -	-	0	+
	3	3 -	1 -	-	0	+	0	+
	5	3 -	1 -	-	0	+	0	+
Bac.subtilis	1	2 -	0 -	-	0 -	-	0	+
	3	2 -	0 -	-	0	+	0	+
	5	2 -	0 -	-	0	+	0	+

Tabelle 6

Untersuchungen über die Beeinflussung des Bakterien- und Bazillenwachstums von in Nähragar eingimpften Keimen im Diffusionstest durch Auflegen von mit Indeko-W versehenen Anstrichträgern im Vergleich zur Dispersionsfarbe nach vorausgegangener 20-tägiger Lagerung bei 60° C.

Keimausgangsmaterial: 24-stündige Bouillonkulturen
Keimeinsaatmenge: ca. 50-100 Keime pro ml Nährmedium
Wachstumstemperatur: 37° C

Testkeime	Anstrichfarbe						Dispersions- farbe	
	Indeko - W							
und	konz.		1 : 3		1 : 10		konz.	
Auswertung nach Tagen	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger
	1	8 -	7 -	3 -	0	+		
Staph.aureus	3	8 -	7 -	3 -	0	+		
	5	7 -	6 -	3 -	0	+		
	1	2 -	2 -	0 -	0	+		
Ps.aeruginosa	3	2 -	2 -	0 +	0	+		
	5	2 -	2 -	0 +	0	+		
	1	1 -	0 -	0 -	0	+		
Bac.subtilis	3	1 -	0 -	0 +	0	+		
	5	1 -	0 -	0 +	0	+		

Tabelle 7

Untersuchungen über die Beeinflussung des Bakterien- und Bazillenwachstums von in Nähragar eingepflanzten Keimen im Diffusionstest durch Auflegen von mit Indeko-W versehenen Anstrichträgern im Vergleich zur Dispersionsfarbe nach vorausgegangener 30-tägiger Lagerung bei 60° C.

Keimausgangsmaterial: 24-stündige Bouillonkulturen

Keimeinsaatmenge: ca. 50-100 Keime pro ml Nährmedium

Wachstumstemperatur: 37° C

Testkeime und Auswertung nach Tagen	Anstrichfarbe Indeko - W						Dispersions- farbe	
	konz.		1 : 3		1 : 10		konz.	
	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger
=====	1	8 -	6 -	4 -	0 -	+	=====	=====
Staph.aureus	3	8 -	6 -	4 -	0 -	+	=====	=====
=====	5	8 -	5 -	3 -	0 -	+	=====	=====
=====	1	3 -	0 -	0 -	0 -	+	=====	=====
Ps.aeruginosa	3	3 -	0 +	0 +	0 +	+	=====	=====
=====	5	3 -	0 +	0 +	0 +	+	=====	=====
=====	1	2 -	0 -	0 -	0 -	+	=====	=====
Bac.subtilis	3	1 -	0 +	0 +	0 +	+	=====	=====
=====	5	0 -	0 +	0 +	0 +	+	=====	=====

c. Besprechung der Ergebnisse aus den Tabellen 1 - 7

Die Anstrichfarbe Indeko-W erwies sich gegenüber dem Eitererreger Staphylococcus aureus als stark keimhemmend. Um die mit Indeko-W vorbehandelten Testträger bildete sich eine wachstumsfreie Zone, die bei Verwendung des Anstriches in Gebrauchskonzentrationen am ausgeprägtesten war und in den Verdünnungsstufen 1:3 und 1:10 (Tab.1) entsprechend kleiner wurde. Dieser nachweislich keimhemmende Effekt gegenüber Staph. aureus blieb auch bei einer Alterung der Farb-Testblättchen über 10, 20 und 30 Tage bei 40° C erhalten, wie es die Versuchstabellen 2 - 7 wiedergeben.

Gegenüber Pseudomonas aeruginosa aus der Gruppe der aeroben, farbstoffbildenden Bakterien und Bacillus subtilis als Testkeim aus der Gruppe der aeroben Sporenbildner erwies sich Indeko-W in gebrauchsfertiger Konzentration gleichfalls stark keimhemmend. Die Wirkung war jedoch geringer als gegenüber Staph. aureus. Die Verdünnungsstufe 1:3 zeigte bei Ps. aeruginosa noch um das Testblättchen eine wachstumsfreie Zone, die jedoch nach 30-tägiger Lagerung bei 60° C nicht mehr bestand und ein Bakterienwachstum auf dem Anstrichträger selbst erkennen ließ. Bei einer Verdünnung des Indeko-W-Anstriches auf 1:10 blieb eine wachstumsfreie Zone bei Ps. aeruginosa bereits vollkommen aus.

Bei Bac. subtilis fehlte sowohl bei frischer als auch bei gealterter Farbe die wachstumsfreie Zone um das Testblättchen schon bei einer Verdünnung der Anstrichfarbe von 1:3. Auf den bis 30 Tagen bei 40° C und 20 Tagen bei 60° C gelagerten Anstrichträgern war jedoch ein Wachstum selbst nicht nachzuweisen. Auf den 30 Tage bei 60° C gelagerten Farb-Testblättchen wurde das Übergreifen des Bac. subtilis-

Wachstums infolge einer Abnahme des in Indeko-W enthaltenen Wirkstoffes nicht mehr verhindert. Die Verdünnungsstufe 1:10 war bei frischer und gealterter Farbe gegenüber *Ps. aeruginosa* und *Bac. subtilis* hinsichtlich eines keimhemmenden Effektes wirkungslos.

Bei Zugrundelegung der physikalisch-chemischen RGT-Regel ergibt sich nach den durchgeführten Prüfungen, daß die mit Indeko-W ausgeführten Anstriche noch nach 12-18 Monaten bei Zimmertemperatur ihre keimhemmende Eigenschaft gegenüber den hier geprüften Bakterien bzw. Bazillen beibehalten, wenn sie auch gegenüber *Bac. subtilis* nur bei Anwendung der Versuchsfarbe in Gebrauchskonzentration noch ausreichend war. Die parallel in allen Untersuchungen mitgeprüfte Dispersionsfarbe zeigte keinen wachstumshemmenden Effekt.

II. Prüfung der Bakterizidie

Von besonderer praktischer Bedeutung ist die Frage, ob es sich bei allen festgestellten Hemmungen um eine Blockierung des Wachstums (Bakteriostase) oder um eine Keimabtötung (Bakterizidie) handelt, d.h. ob der in den Anstrichen enthaltene Wirkstoff sich gegenüber *Staph. aureus*, *Ps. aeruginosa* und *Bac. subtilis* bakteriostatisch oder bakterizid verhält.

a. Methodik

Zur Klärung wurden mit Indeko-W sowie Dispersionsfarbe in Gebrauchskonzentration bestrichene Glasplatten in Nähragar, der vorher mit entsprechenden Testbakterien (*Staph. aureus*, *Ps. aeruginosa* und *Bac. subtilis*) beimpft worden war, eingegossen, so daß sich über dem Anstrichträger eine 3 - 5 mm starke Nähragarschicht befand. Nach 48-stündiger Bebrütung ist aus dem über dem Anstrichträger befindlichen Nähragar ein 0,5 cm² großes Stück ausgestanzt und in 10 ml Nährbouillon mit 1%-igem Tween 80 Zusatz übertragen worden.

b. Ergebnisse

Es zeigte sich, daß die Staphylokokken in dem ausgestanzten Nähragarstück über den Indeko-W-Anstrichträgern abgetötet waren. Die Bouillonröhrchen blieben nach 8-tägiger Bebrütung bei 37° C steril. Die Verschleppung wachstumshemmender, in das Nährbodenstück diffundierter Substanzen in die Nährbouillonröhrchen war zu gering, um die Vermehrung noch lebender Staphylokokken zu verhindern, denn eine nachträgliche Staphylokokkenbeimpfung ließ unvermin-

dertes Wachstum erkennen. Die ausgestanzten Nähragarstücke aus den mit *Ps. aeruginosa* und *Bac. subtilis* beimpften Kulturen zeigten nach Übertragung in Tween-Bouillon bereits nach 48 Stunden ein gutes Keimwachstum. Dies bedeutet, daß der in Indeko-W enthaltene Wirkstoff nur auf Staphylokokken bakterizid wirkt. Bei den anderen beiden Keimen beruht das ausbleibende Wachstum in der Hemmzone nur auf einer Bakteriostase. In dem Nähragar über den Dispersionsfarbanstrichen war makroskopisch stets ein Keimwachstum feststellbar. Es erübrigte sich deshalb die Übertragung in Nährbouillon und weitere Prüfung.

Zwischenzusammenfassung von I. und II.

Die Untersuchungen über die bakterien- und bazillenbeeinflussende Wirkung von Indeko-W ergaben, daß der in der Anstrichfarbe enthaltene Wirkstoff auf Staphylokokken bakterizid wirkt.

Ps. aeruginosa und *Bac. subtilis* wurden in ihrem Wachstum lediglich gehemmt. Diese Versuche sind ausschließlich mit Kulturkeimen durchgeführt worden. In der Anwendungspraxis sind jedoch alle vom menschlichen Organismus im Eiter, Blut, Stuhl, Speichel oder Sputum ausgeschiedenen Keime von eiweißhaltigen Substanzen umhüllt. Erfahrungsgemäß stellen eiweißhaltige Verbindungen einen Schutz für Mikroorganismen dar. Es ist daher fraglich, ob das relativ günstige Resultat dieser Untersuchungen auch unter natürlich gegebenen Verhältnissen erhalten bleibt.

III. Untersuchungen über die schimmel- und sproßpilz- beeinflussende Wirkung des Anstrichmittels Indeko-W

Von weiterer hygienischer Bedeutung ist die Frage, ob Schimmel- und Sproßpilze durch Indeko-W in ihrem Wachstum beeinträchtigt werden. Diese Untersuchungen wurden an 3 verschiedenen Schimmelpilzen und an einem Sproßpilzstamm durchgeführt. Gleichzeitig war es notwendig in diesen Versuchen zu klären, ob die Wirkung auf einer Fungistase oder aber Fungizidie beruht.

a. Methodik

Als Beimpfungsmaterial dienten 10 Tage alte sporulierte Czapek-Dox-Schrägagarkulturen der Schimmelpilze *Penicillium notatum*, *Aspergillus flavus*, *Mucor racemosus* und des Sproßpilzes *Candida albicans*. Die Schrägagarkulturen wurden mit 10 ml sterilem Leitungswasser unter Zuhilfenahme eines sterilen Spatels abgeschwemmt und in sterilen Schüttelgefäßen mit Glasperlen homogenisiert. Zur Beimpfung der Versuchsansätze sind hiervon jeweils 0,5 ml auf ein Czapek-Dox-Nährmedium aufgetragen worden. Nach Antrocknung des Beimpfungsmaterials wurde in der Mitte jeder Kultur ein mit Indeko-W in entsprechender Verdünnung oder mit Dispersionsfarbe versehener Anstrichträger aufgelegt. Die Anzüchtung bzw. Bebrütung der Pilzstämme erfolgte bei 30° C über einen Zeitraum von 30 Tagen. Das Wachstum ist jeweils nach 5, 10, 20 und 30 Tagen beurteilt und eine Wachstumshemmung vom Rand des Anstrichträgers aus in mm gemessen worden.

b. Ergebnisse

Die Ergebnisse der schimmel- und sproßpilzbeeinflussenden Wirkung sind in den Tabellen 8 - 14 wiedergegeben und werden anschließend besprochen.

Tabelle 8

Untersuchungen über die Wachstumsbeeinflussung
von 3 Schimmelpilzstämmen und einem Sproßpilzstamm
durch auf Pilznährmedium aufgelegte, mit Indeko-W
versehene Anstrichträgern im Diffusionstest
im Vergleich zur Dispersionsfarbe
nach 48-stündiger Lufttrocknung bei Raumtemperatur

Nährmedium: Czapec-Dox

Wachstumstemperatur: 30° C

Testpilz- Stämme und Auswertung nach Tagen	Anstrichfarbe Indeko - W						Disper- sions- farbe	
	konz.		1 : 3		1 : 10		konz.	
	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger
Penicillium notatum	5	15 -	8 -	-	2 -	-	0	+
	10	10 -	1 -	-	0	+	0	+
	20	6 -	0 -	-	0	+	0	+
	30	6 -	0 -	-	0	+	0	+
Aspergillus flavus	5	15 -	6 -	-	2 -	-	0	+
	10	12 -	0 -	-	0	+	0	+
	20	7 -	0 -	-	0	+	0	+
	30	7 -	0 -	-	0	+	0	+
Mucor racemosus	5	10 -	10 -	-	2 -	-	0	+
	10	3 -	5 -	-	0	+	0	+
	20	3 -	0 -	-	0	+	0	+
	30	3 -	0 -	-	0	+	0	+
Candida albicans	5	4 -	2 -	-	1 -	-	0	+
	10	2 -	1 -	-	0	+	0	+
	20	1 -	0 -	-	0	+	0	+
	30	1 -	0 -	-	0	+	0	+

Zeichenerklärung der Tabellen 8-14: siehe Seite 15 unten

Tabelle 9

Untersuchungen über die Wachstumsbeeinflussung
von 3 Schimmelpilzstämmen und einem Sproßpilzstamm
durch auf Pilznährmedium aufgelegte, mit Indeko-W
versehene(n) Anstrichträgern im Diffusionstest
im Vergleich zur Dispersionsfarbe
nach vorausgegangener 10-tägiger Lagerung bei 40° C.

Nährmedium: Czapec-Dox

Wachstumstemperatur: 30° C

Testpilz- Stämme		Anstrichfarbe						Disper- sions- farbe	
		Indeko - W							
und		konz.		1 : 3		1 : 10		konz.	
Auswertung nach Tagen		Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger
Penicillium notatum	5	10	-	3	-	1	-	0	+
	10	6	-	2	-	0	+	0	+
	20	4	-	1	-	0	+	0	+
	30	4	-	1	-	0	+	0	+
Aspergillus flavus	5	10	-	3	-	1	-	0	+
	10	10	-	0	-	0	+	0	+
	20	7	-	0	-	0	+	0	+
	30	7	-	0	-	0	+	0	+
Mucor racemosus	5	10	-	2	-	1	-	0	+
	10	3	-	0	-	0	+	0	+
	20	3	-	0	-	0	+	0	+
	30	3	-	0	-	0	+	0	+
Candida albicans	5	3	-	2	-	1	-	0	+
	10	3	-	0	-	0	+	0	+
	20	2	-	0	-	0	+	0	+
	30	2	-	0	-	0	+	0	+

Tabelle 10

Untersuchungen über die Wachstumsbeeinflussung
von 3 Schimmelpilzstämmen und einem Sproßpilzstamm
durch auf Pilznährmedium aufgelegte, mit Indeko-W
versehene Anstrichträgern im Diffusionstest
im Vergleich zur Dispersionsfarbe
nach vorausgegangener 20-tägiger Lagerung bei 40° C.

Nährmedium: Czapek-Dox

Wachstumstemperatur: 30° C

Testpilz- Stämme und Auswertung nach Tagen	Anstrichfarbe Indeko - W						Dispersions- farbe	
	konz.		1 : 3		1 : 10		konz	
	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger
Penicillium notatum	5	10 -	4 -	0 -	0 -	0 +	0 +	
	10	4 -	3 -	0 +	0 +	0 +	0 +	
	20	3 -	2 -	0 +	0 +	0 +	0 +	
	30	3 -	2 -	0 +	0 +	0 +	0 +	
Aspergillus flavus	5	9 -	4 -	0 -	0 -	0 +	0 +	
	10	6 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +	
	20	6 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +	
	30	6 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +	
Mucor racemosus	5	10 -	3 -	0 -	0 -	0 +	0 +	
	10	6 -	1 -	0 +	0 +	0 +	0 +	
	20	3 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +	
	30	3 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +	
Candida albicans	5	4 -	2 -	1 -	0 -	0 +	0 +	
	10	2 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +	
	20	2 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +	
	30	2 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +	

Tabelle 11

Untersuchungen über die Wachstumsbeeinflussung
von 3 Schimmelpilzstämmen und einem Sproßpilzstamm
durch auf Pilznährmedium aufgelegte, mit Indeko-W
versehene Anstrichträgern im Diffusionstest
im Vergleich zur Dispersionsfarbe
nach vorausgegangener 30-tägiger Lagerung bei 40° C.

Nährmedium: Czapec-Dox

Wachstumstemperatur: 30° C

Testpilz- Stämme und Auswertung nach Tagen	Anstrichfarbe Indeko-W						Disper- sions- farbe	
	konz.		1 : 3		1 : 10		konz.	
	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger
Penicillium notatum	5	9 -	6 -	0 -	0 -	0 -	0	+
	10	5 -	4 -	0 +	0 +	0 +	0	+
	20	3 -	2 -	0 +	0 +	0 +	0	+
	30	3 -	2 -	0 +	0 +	0 +	0	+
Aspergillus flavus	5	8 -	5 -	0 +	0 +	0 +	0	+
	10	8 -	3 -	0 +	0 +	0 +	0	+
	20	6 -	2 -	0 +	0 +	0 +	0	+
	30	6 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0	+
Mucor racemosus	5	10 -	5 -	0 -	0 -	0 -	0	+
	10	8 -	2 -	0 +	0 +	0 +	0	+
	20	6 -	2 -	0 +	0 +	0 +	0	+
	30	6 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0	+
Candida albicans	5	3 -	1 -	0 -	0 -	0 -	0	+
	10	2 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0	+
	20	1 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0	+
	30	1 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0	+

Tabelle 12

Untersuchungen über die Wachstumsbeeinflussung
von 3 Schimmelpilzstämmen und einem Sproßpilzstamm
durch auf Pilznährmedium aufgelegte, mit Indeko-W
versehene Anstrichträgern im Diffusionstest
im Vergleich zur Dispersionsfarbe
nach vorausgegangener 10-tägiger Lagerung bei 60° C.

Nährmedium: Czapec-Dox

Wachstumstemperatur: 30° C

Testpilz- Stämme und Auswertung nach Tagen	Anstrichfarbe Indeko-W						Dispersions- farbe	
	konz.		1 : 3		1 : 10		konz.	
	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger
Penicillium notatum	5	10 -	5 -	0 -	0 -	0 -	0 +	
	10	8 -	2 -	0 -	0 +	0 +	0 +	
	20	5 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	
	30	5 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	
Aspergillus flavus	5	5 -	5 -	0 -	0 -	0 -	0 +	
	10	4 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	
	20	4 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	
	30	4 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	
Mucor racemosus	5	5 -	3 -	0 -	0 -	0 -	0 +	
	10	3 -	1 -	0 -	0 +	0 +	0 +	
	20	2 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	
	30	2 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	
Candida albicans	5	2 -	1 -	0 -	0 -	0 -	0 +	
	10	2 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	
	20	1 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	
	30	1 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	

Tabelle 13

Untersuchungen über die Wachstumsbeeinflussung
von 3 Schimmelpilzstämmen und einem Sproßpilzstamm
durch auf Pilznährmedium aufgelegte, mit Indeko-W
versehenen Anstrichträgern im Diffusionstest
im Vergleich zur Dispersionsfarbe
nach vorausgegangener 20-tägiger Lagerung bei 60° C.

Nährmedium: Czapec-Dox

Wachstumstemperatur: 30° C

Testpilz- Stämme und Auswertung nach Tagen	Anstrichfarbe Indeko - W						Dispersions- farbe	
	konz.		1 : 3		1 : 10		konz.	
	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger
Penicillium notatum	5	5 -	3 -	0 -	0 -	0 -	0 +	0 +
	10	3 -	2 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +
	20	2 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +
	30	2 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +
Aspergillus flavus	5	5 -	2 -	0 -	0 -	0 -	0 +	0 +
	10	5 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +
	20	4 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +
	30	4 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +
Mucor racemosus	5	4 -	2 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +
	10	3 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +
	20	2 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +
	30	2 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +
Candida albicans	5	2 -	1 -	0 -	0 -	0 -	0 +	0 +
	10	1 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +
	20	1 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +
	30	1 -	0 -	0 -	0 +	0 +	0 +	0 +

Tabelle 14

Untersuchungen über die Wachstumsbeeinflussung
von 3 Schimmelpilzstämmen und einem Sproßpilzstamm
durch auf Pilznährmedium aufgelegte, mit Indeko-W
versehene Anstrichträgern im Diffusionstest
im Vergleich zur Dispersionsfarbe
nach vorausgegangener 30-tägiger Lagerung bei 60° C.

Testpilz- Stämme		Anstrichfarbe						Disper- sions- farbe	
		Indeko - W							
und		konz.		1 : 3		1 : 10		konz.	
Auswertung nach Tagen		Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger
	5	6	-	4	-	0	+	0	+
Penicillium	10	4	-	2	-	0	+	0	+
notatum	20	4	-	0	-	0	+	0	+
	30	4	-	0	-	0	+	0	+
	5	3	-	3	-	0	-	0	+
Aspergillus	10	3	-	3	-	0	+	0	+
flavus	20	2	-	2	-	0	+	0	+
	30	2	-	0	-	0	+	0	+
	5	4	-	3	-	0	+	0	+
Mucor	10	3	-	2	-	0	+	0	+
racemosus	20	3	-	0	-	0	+	0	+
	30	3	-	0	-	0	+	0	+
	5	2	-	1	-	0	+	0	+
Candida	10	2	-	0	-	0	+	0	+
albicans	20	1	-	0	-	0	+	0	+
	30	1	-	0	-	0	+	0	+

c. Besprechung der Ergebnisse aus den Tabellen 8 - 14

Wie aus den Tabellen 8 - 14 zu ersehen ist, hat die Anstrichfarbe Indeko-W gegenüber *Penicillium notatum*, *Aspergillus flavus*, *Mucor racemosus* und *Candida albicans* eine gute wachstumshemmende Wirkung.

Die Ausbildung der größten wachstumsfreien Zone war in jedem Falle bei der stärksten Indeko-W Konzentration (Gebrauchskonzentration) zu beobachten. Die Hemmzone, die bei den einzelnen Schimmelpilzen mit Ausnahme des Sproßpilzes geringe graduelle Unterschiede aufwies, verkleinerte sich jedoch innerhalb der Beobachtungszeit, weil vom normalen Wachstum abweichendes, stark degeneriertes Schimmelpilzmycel langsam einsproß und verzögert sporulierte. Mit zunehmender Alterung (Tab. 9 - 14) der mit Indeko-W präparierten Anstrichträgern bis zu 30 Tagen bei 60° C verringerte sich die Wirkung um etwa die Hälfte gegenüber den Testblättchen mit frischer nur 48 Stunden getrockneter Farbe (Tab. 8). In der Verdünnungsstufe 1:3 bewirkte Indeko-W zunächst auch eine Wachstumshemmung der Schimmelpilze und des Hefestammes. Innerhalb der 30-tägigen Bebrütung bei 30° C wuchsen jedoch die Schimmelpilze sowie der Hefestamm an das Testblättchen heran, ohne daß das Wachstum auf den Anstrichträger selbst übergriff. In einer Verdünnungsstufe von 1:10 reichte die pilzhemmende Wirkung der Anstrichfarbe Indeko-W nicht mehr aus, um das Wachstum über eine kurzfristige Hemmung hinaus zu beeinflussen. Innerhalb von 10 Tagen waren die Anstrichträger bewachsen.

Auf Grund der durchgeführten Prüfungen läßt sich sagen, daß bei Zugrundelegung der physikalisch-chemischen RGT-Regel die mit Indeko-W ausgeführten Anstriche noch nach 12 - 18 Monaten bei Zimmertemperatur eine gute wachstumshemmende Wirkung gegenüber den getesteten

Schimmelpilzen und dem Sproßpilzstamm besitzen.

Die stets parallel laufenden Kontrollen mit Dispersionsfarbe waren bereits nach 5 Tagen mit Schimmelpilzmycel bedeckt.

IV. Prüfung der Fungizidie

Im Zusammenhang mit den durchgeführten Prüfungen war ebenfalls noch von besonders praktischem Interesse die Klärung der Frage, ob der in der wachstumsfreien Zone enthaltene Wirkstoff auf *Penicillium notatum*, *Aspergillus flavus*, *Mucor racemosus* und *Candida albicans* einen fungiziden oder lediglich einen fungistatischen Einfluß ausübt.

a. Methodik

Hierzu wurden mit Indeko-W in Gebrauchskonzentration bestrichene Glasplatten in Czapek-Dox-Nährmedium eingegossen. Anschließend ist die Nähragaroberfläche mit *Penicillium notatum*, *Aspergillus flavus*, *Mucor racemosus* und *Candida albicans* beimpft worden. Auf Kontrollen mit Dispersionsfarbe wurde verzichtet, da in den vorangehenden Untersuchungen bei den durchgeführten Kontrollen in allen Fällen bereits nach 5-tägiger Beobachtungszeit die Anstrichträger vollständig mit Pilzmycel überwachsen waren. Aus der 3-5 mm starken Nährmediumschicht über dem Anstrichträger wurde ein jeweils 0,5 cm² großes Nährmediumstück ausgestanzt und mit der beimpften Fläche auf Czapek-Dox-Nährboden gelegt. Nach 48-stündiger Bebrütung bei 30° C wurden die ausgestanzten Nährmediumstückchen gedreht und seitlich verschoben, so daß die beimpfte Fläche wieder nach oben zeigte. Nach 10-tägiger weiterer Bebrütung wurde geprüft, ob Wachstum eingetreten war.

b. Ergebnisse

Die Untersuchungen ergaben, daß frische und gealterte Indeko-W Anstriche sich gegenüber *Penicillium notatum* und *Aspergillus flavus* fungizid verhielten.

Bei *Mucor racemosus* und *Candida albicans* war lediglich eine fungistatische Wirkung feststellbar. Zu berücksichtigen ist, daß sich das Pilzmycel nicht in direktem Kontakt mit dem Anstrich befand. Unter weniger extremen Versuchsbedingungen würde sich das Ergebnis verbessern. Dies bedeutet, daß in der Praxis auch verschmutzte Indeko-W-Anstriche gegenüber einem Schimmelpilzbefall weitgehend geschützt werden.

Zwischenzusammenfassung von III. und IV.

Frische und gealterte Indeko-W-Farbe hemmte in Agar-diffusionstesten das Wachstum von *Penicillium notatum*, *Aspergillus flavus*, *Mucor racemosus* und *Candida albicans*. Mit Ausnahme von *Mucor racemosus* und *Candida albicans* handelte es sich hierbei um eine fungizide Wirkung. Worauf dieser Unterschied zurückzuführen ist, ließ sich nicht feststellen. Bei *Mucor racemosus* handelt es sich um einen Vertreter der niederen Algenpilze, die häufig eine höhere Resistenz gegenüber Desinfektionsmitteln aufweisen. Diese Tatsache allein kann jedoch nicht die Ursache sein, weil auch *Candida albicans* als Ascomycet und höherer Pilz nur gehemmt wurde. Für die Praxis dürfte jedoch diese Feststellung unbedeutend sein, weil bereits eine Pilzhemmung die Vermehrung und Ausbreitung verhindert.

V. Untersuchungen über die hautpilzbeeinflussende
Wirkung des Anstrichmittels Indeko-W

a. Allgemeine Gesichtspunkte

Die günstigen Eigenschaften der bakterien- und schimmelpilzbeeinflussenden Wirkung von Indeko-W waren der Anlaß, ebenfalls den Einfluß dieser Anstrichfarbe auf Hautpilze zu untersuchen.

Die Hautpilzerkrankungen haben durch die Kollektivierung der Lebensformen an Bedeutung gewonnen und sind ein häufiges Krankheitsbild. In ihrem Vorkommen überwiegt die Epidermophytia pedum, deren Befall innerhalb der westeuropäischen Bevölkerung bis zu 50 % betragen soll. Dabei ist bemerkenswert, daß unter den leichteren Fällen ein überraschend hoher Prozentsatz der Betroffenen nichts von seiner Fußpilzerkrankung weiß. Die Übertragung dieser Dermatomykosen erfolgt meistens durch gemeinsam benutzte Handtücher oder Waschlappen, ferner Fußmatten, Fußböden, Wände und Lattenroste vor allem in Duschräumen, Badeanstalten, Turnhallen sowie Gemeinschaftsunterkünften.

Mehr als bisher müssen aber auch die Pilzerkrankungen bei Tieren, wie z.B. die Kälberflechte, der Kammgrind der Hühner, die Kaninchentrichephytie u.a. Beachtung finden. Neben einer wesentlichen Beeinträchtigung der befallenen Tiere können diese Pilzerkrankungen jederzeit auch auf den Menschen übertragen werden. Die Maßnahmen gegen eine Weiterverbreitung dieser Hautpilzerkrankungen bei Mensch und Tier können wertvoll ergänzt werden, indem alle als Infektionsquelle in Frage kommenden Gegenstände und Räume mit fungiziden Anstrichmitteln versehen werden.

Auf der Suche nach neueren, besseren fungizid wirkenden Anstrichmitteln wurde auch Indeko-W von uns in dieser Hinsicht geprüft.

b. Methodik

Als Beimpfungsmaterial verwandten wir 10 Tage alte sporulierte Czapek-Dox-Schrägagarkulturen der Hautpilze *Trichophyton mentagrophytes*, *Trichophyton granulosum*, *Trichophyton verrucosum* und *Microsporon gypseum*. Die Vorbereitung zur Beimpfung wie auch die Überimpfung in den einzelnen Versuchsansätzen erfolgte in gleicher Weise wie bei den Versuchen mit Schimmel- und Sproßpilzen. Die Beurteilung und Auswertung der Versuche fand jeweils 10, 15, 30 und 35 Tage nach der Beimpfung statt.

c. Ergebnisse

Die Ergebnisse der hautpilzbeeinflussenden Wirkung werden in den Tabellen 15 - 19 wiedergegeben und anschließend besprochen.

Tabelle 15

Untersuchungen über die Wachstumsbeeinflussung von
4 Hauptpilzstämmen durch auf Pilznährmedium aufgelegte,
mit Indeko-W versehenen Anstrichträgern im Diffusionstest
im Vergleich zur Dispersionsfarbe
nach 48-stündiger Lufttrocknung bei Raumtemperatur

Nährmedium: Czapec-Dox

Wachstumstemperatur: 30° C

Testpilz - Stämme und Auswertung nach Tagen	Anstrichfarbe Indeko - W						Disper- sions- farbe	
	konz.		1 : 3		1 : 10		konz.	
	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich träger
Trichophyton mentagrophytes	10	10 -	5 -	3 -	0 +			
	15	4 -	3 -	1 -	0 +			
	30	3 -	3 -	0 +	0 +			
	35	3 -	1 -	0 +	0 +			
Trichophyton granulosum	10	15 -	15 -	6 -	0 +			
	15	10 -	7 -	1 -	0 +			
	30	8 -	6 -	1 -	0 +			
	35	6 -	5 -	0 -	0 +			
Trichophyton verrucosum	10	18 -	12 -	5 -	0 +			
	15	10 -	10 -	2 -	0 +			
	30	10 -	7 -	0 -	0 +			
	35	8 -	6 -	0 +	0 +			
Microsporon gypseum	10	13 -	9 -	8 -	0 +			
	15	9 -	5 -	4 -	0 +			
	30	6 -	4 -	2 -	0 +			
	35	6 -	3 -	0 -	0 +			

Zeichenerklärung der Tabellen 15-19: siehe Seite 15 unten

Tabelle 16

Untersuchungen über die Wachstumsbeeinflussung von
4 Hautpilzstämmen durch auf Pilznährmedium aufgelegte,
mit Indeko-W versehenen Anstrichträgern im Diffusionstest
im Vergleich zur Dispersionsfarbe
nach vorausgegangener 15-tägiger Lagerung bei 40° C.

Nährmedium: Czapec-Dox

Wachstumstemperatur: 30° C.

Testpilz - Stämme und Auswertung nach Tagen	Anstrichfarbe Indeko - W						Disper- sions- farbe	
	konz.		1 : 3		1 : 10		konz.	
	Hemmzone in mm		Hemmzone in mm		Hemmzone in mm		Hemmzone in mm	
	Anstrich- träger		Anstrich- träger		Anstrich- träger		Anstrich- träger	
Trichophyton mentagrophytes	10	10 -	4 -	-	2 -	-	0	+
	15	6 -	3 -	-	0 -	-	0	+
	30	4 -	2 -	-	0	+	0	+
	35	3 -	1 -	-	0	+	0	+
Trichophyton granulosum	10	9 -	8 -	-	4 -	-	0	+
	15	7 -	6 -	-	2 -	-	0	+
	30	5 -	5 -	-	0 -	-	0	+
	35	4 -	4 -	-	0 -	-	0	+
Trichophyton verrucosum	10	12 -	9 -	-	4 -	-	0	+
	15	11 -	8 -	-	2 -	-	0	+
	30	9 -	5 -	-	2 -	-	0	+
	35	7 -	4 -	-	0	+	0	+
Microsporon gypseum	10	10 -	6 -	-	3 -	-	0	+
	15	8 -	4 -	-	2 -	-	0	+
	30	7 -	3 -	-	1 -	-	0	+
	35	7 -	2 -	-	0 -	-	0	+

Tabelle 17

Untersuchungen über die Wachstumsbeeinflussung von
4 Hautpilzstämmen durch auf Pilznährmedium aufgelegte,
mit Indeko-W versehenen Anstrichträgern im Diffusionstest
im Vergleich zur Dispersionsfarbe
nach vorausgegangener 30-tägiger Lagerung bei 40° C.

Nährmedium: Czapec-Dox

Wachstumstemperatur: 30° C

Testpilz -		Anstrichfarbe						Disper-	
Stämme		Indeko - W						sions-	
und		konz.		1 : 3		1 : 10		konz.	
Auswertung nach Tagen		Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger
	10	8	-	6	-	1	-	0	+
Trichophyton	15	6	-	4	-	1	-	0	+
mentagrophytes	30	4	-	3	-	0	-	0	+
	35	4	-	0	-	0	+	0	+
	10	12	-	7	-	3	-	0	+
Trichophyton	15	10	-	6	-	1	-	0	+
granulosum	30	10	-	4	-	0	-	0	+
	35	10	-	4	-	0	+	0	+
	10	15	-	10	-	2	-	0	+
Trichophyton	15	9	-	5	-	0	+	0	+
verrucosum	30	6	-	4	-	0	+	0	+
	35	5	-	2	-	0	+	0	+
	10	10	-	7	-	3	-	0	+
Microsporon	15	10	-	4	-	0	-	0	+
gypseum	30	8	-	3	-	0	+	0	+
	35	8	-	3	-	0	+	0	+

Tabelle 19

Untersuchungen über die Wachstumsbeeinflussung von
4 Hauptpilzstämmen durch auf Pilznährmedium aufgelegte,
mit Indeko-W versehenen Anstrichträgern im Diffusionstest
im Vergleich zur Dispersionsfarbe
nach vorausgegangener 30-tägiger Lagerung bei 60° C.

Nährmedium: Czapec-Dox

Wachstumstemperatur: 30° C

Testpilz - Stämme und Auswertung nach Tagen	Anstrichfarbe Indeko - W						Disper- sions- farbe	
	konz.		1 : 3		1 : 10		konz.	
	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger	Hemmzone in mm	Anstrich- träger
Trichophyton mentagrophytes	10	6 -	3 -		1 -		0	+
	15	5 -	2 -		0 -		0	+
	30	3 -	1 -		0 +		0	+
	35	1 -	0 -		0 +		0	+
Trichophyton granulosum	10	5 -	2 -		1 -		0	+
	15	4 -	2 -		0 -		0	+
	30	4 -	1 -		0 +		0	+
	35	4 -	0 -		0 +		0	+
Trichophyton verrucosum	10	8 -	3 -		1 -		0	+
	15	6 -	3 -		0 -		0	+
	30	4 -	1 -		0 +		0	+
	35	3 -	1 -		0 +		0	+
Microsporon gypseum	10	5 -	2 -		0 -		0	+
	15	3 -	2 -		0 -		0	+
	30	2 -	1 -		0 +		0	+
	35	1 -	0 -		0 +		0	+

d. Besprechung der Ergebnisse aus den Tabellen 15 - 19

Die experimentelle Prüfung von Indeko-W ergab eine gute pilzhemmende Wirkung gegenüber den hauptsächlich vorkommenden Hautpilzen *Trichophyton mentagrophytes*, *Trichophyton granulosum* und *Trichophyton verrucosum* sowie gegenüber *Microsporon gypseum*.

Die aus den Tabellen 15 - 19 zu ersiehende graduell geringe unterschiedliche Hemmung der einzelnen Hautpilzstämme kann zwei Ursachen haben. Sie kann auf einer verschiedenen Sensibilität der Pilzstämme oder einer beim Bestreichen der Anstrichträger unterschiedlich aufgetragenen Indeko-W-Menge beruhen. Welcher dieser Ursachen die größere Bedeutung zukommt, ist jedoch für die Gesamtbeurteilung der Indeko-W-Wirksamkeit unmaßgeblich, denn die Empfindlichkeit der geprüften Hautpilze gegenüber diesem Anstrichmittel war so groß, daß eine Klärung dieser Frage sich erübrigte. Wie aus den Tabellen 15 - 19 zu ersehen ist, besitzt Indeko-W bei seiner am stärksten aufgetragenen Konzentration (Gebrauchskonzentration) die größte pilzhemmende Wirkung. Auch bei einer Verdünnung 1:3 war das Resultat noch befriedigend, während 1:10 keinen ausreichenden Schutz gegen einen Pilzbefall mehr bot. Die künstliche Alterung der Anstrichträger veränderte die Befunde nicht wesentlich. Bei Zugrundelegung der physikalisch-chemischen RGT-Regel bedeutet das, daß die mit Indeko-W-Anstrich versehenen Gegenstände noch nach 12 - 18 Monaten die Ausbreitung und das Wachstum der geprüften Hautpilzstämme hemmen. Die Kontrollen mit Dispersionsfarbe übten keinen hemmenden Einfluß auf Hautpilze aus.

VI. Prüfung der Fungizidie

Entsprechend den Schimmelpilzversuchen wurde auch bei den Hautpilzen geprüft, ob es sich bei dem beobachteten Hemmeffekt um eine Fungistase oder Fungizidie handelt. Die diesbezüglichen Versuche erfolgten nach der gleichen auf Seite 34 beschriebenen Methodik. Auf Grund der Ergebnisse beruht die wachstumshemmende Wirkung der 4 geprüften Hautpilzstämmen im Diffusionsbereich der Anstrichträger auf einer Fungizidie.

Zwischenzusammenfassung von V. und VI.

Indeko-W in Gebrauchskonzentration und einer Verdünnung von 1:3 zeigt im Vergleich zur Dispersionsfarbe eine gute fungizide Wirkung gegenüber den Hautpilzstämmen *Trichophyton mentagrophytes*, *Trichophyton granulosum*, *Trichophyton verrucosum* und *Microsporon gypseum*. Künstliche Alterung der Anstriche bedingte nur einen geringen Wirkungsverlust.

VII. Untersuchungen über die tuberkelbakterienbeeinflussende Wirkung des Anstrichmittels Indeko-W

a. Allgemeine Gesichtspunkte

Bei einer Verwendung von Indeko-W als Anstrichmittel in Krankenhäusern wäre außer einer bakterien- und pilz- auch eine tuberkelbakterienbeeinflussende Wirkung erwünscht.

Die Verbesserung der Möglichkeiten in der Diagnostik und Therapie der Tuberkulose hat die Zahl der Tuberkuloseerkrankungen gegenüber früheren Zeiten nicht wesentlich herabgesetzt. Da die Lebenserwartung des an Tuberkulose Erkrankten zugenommen hat, stieg sogar die Möglichkeit der Bakterienausstreuung noch erheblich an. Die Zahl der offenen Lungentuberkulosen ist zudem wesentlich größer als die der erfassten Fälle. Man sucht daher die direkte und indirekte Verbreitung der Tuberkelbakterien mit allen zur Verfügung stehenden Bekämpfungsmaßnahmen zu vermindern.

In der Umgebung von Personen mit offener Lungentuberkulose finden sich häufig Tuberkelbakterien im Staub, auf dem Fußboden, an den Wänden, Kleidern, Teppichen, Gardinen und sämtlichen Gegenständen, an denen sich ausgehustete Schleimpartikel bzw. Tröpfchen festsetzten. Nach Antrocknung der Tröpfchen können die Tuberkelbakterien durch Schmutz- und Schmierinfektion oder nach erneuter Verstäubung den Menschen durch Einatmung wieder infizieren. Die Lebensfähigkeit angetrockneter Tuberkelbakterien kann unter optimalen Bedingungen bis zu einem Jahr betragen, sofern sie gegen Sonnenlicht, insbesondere gegen ultraviolette Strahlen geschützt sind und keiner extremen Austrocknung unterliegen. Am widerstandsfähigsten

sind vor allem die feinsten tuberkelbakterienhaltigen Tröpfchen unter 10 μ , die nach mehr oder minder ausgeprägter Verdunstung der Feuchtigkeitshülle als sog. "Tröpfchenkerne" existieren.

In Fortsetzung der Untersuchungen über die antimikrobielle Wirkung der Anstrichfarbe Indeko-W wurde der Einfluß dieser Anstriche auch auf Tuberkelbakterien geprüft. Um diese Versuche praktischen Bedingungen anzupassen, mußte ein tuberkelbakterienhaltiges Sputum verwendet werden. Hiervon ist jedoch aus folgenden Gründen Abstand genommen worden:

1. Tuberkelbakterienhaltiges Sputum an Tuberkulose Erkrankter beherbergt, bedingt durch die heutige Chemotherapie, oft in ihrer Virulenz abgeschwächte Keime. Die Beschaffung ausreichend, gleich stark infizierter Sputummengen nicht vorbehandelter Patienten ist schwierig.

2. Die Verteilung der Tuberkelbakterien kann in einem Sputum pro Volumeneinheit unregelmäßig sein. Dieser Faktor kann in experimentell infizierten Fällen Anlaß zu Fehldeutungen geben.

b. Methodik

Es wurden in defibriniertem Hammelblut suspendierte und homogenisierte Tb.-Bakterien des Stammes H 37 Rv zur Prüfung der tuberkelbeeinflussenden Wirkung verwendet, die von einer vier Wochen alten HOHN-Nähr-Medium-Kultur stammten. Die Prüfung erfolgte auf Einährböden nach HOHN, die mit der Tb.-Bakterien-Blutsuspension beimpft worden waren. Indeko-W wurde in entsprechenden Verdünnungen auf 10 X 20 mm große Filterpapierblättchen aufgetragen. Nach jeweils 2, 10, 20 und 30 Tage langer Trocknung bei

Zimmertemperatur sowie 10, 20 und 30 Tage Lagerung bei 40° und 60° C wurden die mit Indeko-W gestrichenen Filterpapierblättchen auf das mit Tb.-Bakterienblutsuspension beimpfte Nährmedium gelegt. Die Bebrütung fand über einen Zeitraum von 45 Tagen bei 37° C statt. Die Wachstumshemmung der Tb.-Bakterien wurde nach 30 und 45 Tagen abgelesen und in mm vom Rand des Testblättchens angegeben. In Parallelsätzen sind Versuche mit Dispersionsfarbe in Gebrauchskonzentration und Tb.-Wachstumskontrollen angelegt worden.

c. Ergebnisse

Die Ergebnisse der geprüften tuberkelbeeinflussenden Wirkung von Indeko-W sind in der Tabelle 20 wiedergegeben und anschließend besprochen.

Tabelle 20

Wachstumshemmung des Tb.-Bakterienstammes H 37 Rv
auf HOHN-Nährböden bei 37° C Wachstumstemperatur
durch Indeko-W in verschiedenen Konzentrationen
und Dispersionsfarbe.

Alter der Anstriche	gelagert bei Temp. °C	Tb.-Wachstumshemmung in mm nach Tagen	Anstrichfarbe Indeko-W			Dispers.- Farbe konz.	Tb.- Wachs- tum Kon- trolle
			konz.	1:3	1:10		
2 Tage	Raum- temp.	30	10	7	4	2	+
		45	8	6	3	1	+
10 Tage	Raum- temp.	30	8	5	1	0	+
		45	7	5	1	0	+
20 Tage	Raum- temp.	30	6	5	0	0	+
		45	5	4	0	0	+
30 Tage	Raum- temp.	30	6	4	0	0	+
		45	5	3	0	0	+
10 Tage	40	30	3	6	0	0	+
		45	3	5	0	0	+
20 Tage	40	30	2	2	0	0	+
		45	2	1	0	0	+
30 Tage	40	30	4	2	0	0	+
		45	3	1	0	0	+
10 Tage	60	30	4	1	0	0	+
		45	3	0	0	0	+
20 Tage	60	30	3	1	0	0	+
		45	2	1	0	0	+
30 Tage	60	30	3	1	0	0	+
		45	3	0	0	0	+

Zeichenerklärung: 0 = keine Hemmzone
 + = gutes Tb.-Wachstum

d. Besprechung der Ergebnisse aus Tabelle 20

Wie aus den in Tabelle 20 aufgeführten Ergebnissen zu ersehen ist, übt Indeko-W eine wachstumshemmende Wirkung auf Tb.-Bakterien aus, die sich im Bereich der Farbtestblättchen durch eine wachstumsfreie Zone kennzeichnete. Diese Zone wird mit abnehmender Indeko-W-Konzentration und mit zunehmender Alterung der Farbe beim Trocknungsprozeß kleiner. Trotz dieser Feststellung bleibt selbst bei einer Alterung von Indeko-W über 30 Tage bei 60° C der wachstumshemmende Effekt auf Tb.-Bakterien erhalten. Frisch getrocknete Dispersions-Farbe zeigte gleichfalls in Gebrauchskonzentration eine geringe Hemmwirkung auf das Tb.-Bakterien-Wachstum, die jedoch mit zunehmender Alterung der Farbe ausblieb. Dies spricht dafür, daß in der Grundfarbe, ohne bakteriziden Zusatz und damit auch in Indeko-W eine oder mehrere Substanzen enthalten sind, die nach ihrer Diffusion in das Nährmedium entweder das Tb.-Bakterien-Wachstum selbst verhindern, oder das Nährsubstrat so verändern, daß den Tb.-Bakterien eine weitere Entwicklungsmöglichkeit genommen wird. Welcher dieser beiden Möglichkeiten die größere Bedeutung beizumessen ist oder ob beiden ein gleich großer Anteil zukommt, kann kulturell nicht entschieden werden. Gleich schwer zu beurteilen ist ferner die Frage, ob das unter Indeko-W ausbleibende Wachstum auf einem tuberkelbakterienabtötenden (Tuberkulozidie) oder wachstumshemmenden Effekt (Tuberkulostase) oder auf einer Nährmedium-Änderung, z.B. pH-Verschiebung beruht. Letzteres konnte jedoch durch elektrometrische pH-Messungen ausgeschlossen werden. Zur Klärung der offen gebliebenen Frage der Tuberkulozidie oder der Tuberkulostase von Indeko-W wurden Tierversuche angeschlossen.

VIII. Tierexperimentelle Untersuchungen über die tuberkelbakterienabtötende Wirkung der Anstrichfarbe Indeko-W

a. Methodik

Zur Prüfung der bakterienabtötenden Wirkung der Anstrichfarben wurden 10 mm breite und 40 mm lange Glasstreifen in einer Versuchsserie mit Indeko-W in gebrauchsfertiger Konzentration, in einer weiteren mit Indeko-W 1:3 verdünnt und in einer dritten mit Dispersionsfarbe in Gebrauchskonzentration gestrichen. Nach 48-stündiger Lufttrocknung bei Zimmertemperatur wurde auf diesen Anstrichen 1 Tropfen in defibriertem Hammelblut suspendierte und homogenisierte Tb.-Bakterien aufgetragen. Anschließend kamen die infizierten, gestrichenen Glasstreifen in sterile Reagenzgläser. Nach einer Haftzeit bei Raumtemperatur unter Lichtabschluß von 1, 5, 10, 20 und 30 Tagen wurden von je einem Indeko-W-Anstrich verschiedener Konzentration und von je einem Dispersionsfarbanstrich die ange-trockneten Tb.-Bakterien mit 2 ml in physiologischer Kochsalzlösung abgeschwemmt und davon 1 ml je einem 300 g schweren Meerschweinchen subcutan in die rechte Leistenbeuge injiziert. Als Kontrolle dienten Abschwemmungen der Tb.-Bakterien-Suspension nach gleich langer Haftzeit auf Glasstreifen ohne Farbanstrich. die ebenfalls Meerschweinchen appliziert wurden. Untersuchungen gleicher Art einschließlich der erwähnten Kontrollversuche wurden nach 30-tägiger Alterung der Farbanstriche bei 60° C wiederholt. 8 Wochen nach der Injektion wurden die Meerschweinchen getötet und sezziert. Sofern an der Injektionsstelle, den dazugehörigen Lymphdrüsen und in den Organen tuberkulöse Veränderungen makroskopisch zu erkennen

waren, wurde auf eine histologische Untersuchung verzichtet. In allen anderen Fällen wurden von den Organen (Milz, Leber, Nieren und Lungen) histologische Schnitte angefertigt und mikroskopisch auf tuberkulöse Veränderungen untersucht.

b. Ergebnisse

Die Ergebnisse der tierexperimentellen Untersuchungen sind in der Tabelle 21 aufgeführt und anschließend besprochen.

Tabelle 21

Tierexperimenteller Nachweis der Infektiosität von
Tb.-Bakterien (Stamm H 37 Rv) nach verschieden langer
Haftzeit auf Indeko-W und Dispersionsfarbanstrichen.

Alter des Farban- striches	Haftzeit der Tb.-Bakterien auf dem Farbanstrich	Anstrichfarbe		Disper- sions- farbe konz.	Kontrolle ohne Farb- anstrich
		Indeko-W konz.	1 : 3		
=====					
48 Stunden bei Zimmer- temperatur getrocknet	1 Tag	+	+	+	+
	5 Tage	+	+	+	+
	10 Tage	-	-	+	+
	20 Tage	-	-	-	+
	30 Tage	-	-	-	+
=====					
30 Tage bei 60° C gelagert	1 Tag	+	+	+	+
	5 Tage	+	+	+	+
	10 Tage	+	+	+	+
	20 Tage	-	-	-	+
	30 Tage	-	-	-	+
=====					

Zeichenerklärung:

 + = Tb.-Infektion

 - = Keine Tb.-Infektion

c. Besprechung der Ergebnisse aus Tabelle 21

Wie aus den Ergebnissen der tierexperimentellen Untersuchungen über den tuberkuloziden Effekt von Indeko-W in Tabelle 21 zu ersehen ist, sind Tb.-Bakterien in einer Suspension defibrinierten Hammelblutes nach einer Haftzeit von 5^{10?} Tagen auf 48 Stunden alten, konzentrierten und 1:3 verdünnten Indeko-W-Anstrichen nicht mehr infektionstüchtig. Bei den Dispersions-Anstrichen war das gleiche Ergebnis erst nach 10 Tagen zu beobachten, während die Lebensfähigkeit der Tb.-Bakterien auf Glasplatten ohne Farbanstrich über 30 Tage erhalten blieb. Nach einer 30-tägigen Alterung der Anstriche bei 60° C war kein Unterschied in der Abtötungszeit der Tb.-Bakterien zwischen Indeko-W und Dispersionsfarbanstrichen feststellbar. Die Tb.-Bakterien waren in 10 Tagen abgetötet bzw. nicht mehr infektionstüchtig.

Zwischenzusammenfassung von VIII. und IX.

Die Beobachtung, daß von Blut umhüllte Tb.-Bakterien nach einer Haftzeit von 10 Tagen sowohl auf gealterten Indeko-W-Anstrichen als auch auf frischer und gealterter Dispersionsfarbe nicht mehr infektionstüchtig waren, deutet auf einen vom bakteriziden Wirkstoff unabhängigen physikalischen oder chemischen Abtötungseffekt hin. Nur bei den frischen Indeko-W-Anstrichen kam die bakterizide Komponente zusätzlich zur Geltung, so daß die sehr widerstandsfähigen Tb.-Bakterien nach

einer 5-tägigen Haftzeit keine Tuberkulose-Infektion mehr hervorrufen konnten.

Vergleiche zwischen den tierexperimentell erhobenen Befunden und den kulturellen Ergebnissen lassen sich nicht ziehen, weil die Beeinflussung der auf den feuchten Nährmedium ungeschützten Tb.-Bakterien durch bakterizide Substanzen eine wesentliche optimalere ist, als die von Blut umhüllten, auf Farbanstrich angetrockneten Tb.-Bakterien. Unabhängig hiervon ist aber die Feststellung bedeutsam, daß von Blut umhüllte Tb.-Bakterien nach einer 10-tägigen Haftzeit auf Indeko-W und auch auf seiner Grundfarbe ohne bakteriziden Zusatz nicht mehr infektiösfähig sind.

E. DISKUSSION

Neben der farblichen Gestaltung kommt antimikrobiell wirkenden Anstrichen eine Bedeutung in der Verbesserung der Betriebs- und Gewerbehygiene zu. Zahlreiche Wirtschaftszweige, die Nahrungs- und Genußmittel, Getränke, aber auch Papier, Textilien, Leder und andere Grundmaterialien einer heute ausgedehnten Verbrauchsgüterindustrie verarbeiten, herstellen oder lagern, müssen häufig mit einem Schimmelpilzbefall ihrer Fabrikations- und Lagerräume rechnen.

Ein sehr großes Interesse für solche antimikrobiell wirkenden Anstriche besteht vor allem auch im gesamten Gesundheits- und Krankenhauswesen. Zunehmend beobachtet man heute antibiotikaresistente Keime, insbesondere Staphylokokken (sog. "Hospitalismus"), deren Weiterverbreitung nur durch eine bessere und ausgedehntere Desinfektion beherrscht werden kann. Zur Ergänzung der üblichen Desinfektionsmaßnahmen wäre es deshalb notwendig, Wände und u.U. Einrichtungsgegenstände mit einem bakterizid wirkenden Anstrich zu versehen, weil auch an ihnen pathogene Keime haften können, die eine unkontrollierbare Infektionsquelle darstellen.

Die Fortschritte auf dem Gebiet der Farbanstriche und Desinfektionsmittel erlauben heute die Herstellung von Anstrichen mit langer Wirkungsdauer. Die Fragestellung der hier durchgeführten Untersuchungen betraf die Prüfung der keimhemmenden bzw. keimtötenden Eigenschaften einer neuen desinfizierend wirkenden Binderfarbe mit Namen Indeko-W.

Der Wert eines solchen keimhemmenden Anstriches wird in der Praxis vor allem bestimmt durch die Dauer seiner antimikrobiellen Wirkung. Da zur Beurteilung

in dieser Hinsicht eine oft schwer durchzuführende Beobachtung über mehrere Monate bzw. Jahre erforderlich ist, wurden die mit der Prüffarbe versehenen Anstrichträger einer entsprechenden künstlichen Alterung unterzogen. Bei Zugrundelegung der physikalisch-chemischen RGT-Regel nach van't Hoff lassen sich daraus doch in etwa Rückschlüsse auf die tatsächliche Wirkungsdauer einer solchen antimikrobiell wirkenden Anstrichfarbe ziehen. Um gleichzeitig die Wirkungsaktivität besser erfassen zu können, fanden außer in Gebrauchskonzentration gleichzeitig parallel laufende Untersuchungen in zwei weiteren Verdünnungsstufen (1:3 und 1:10) statt.

Auf Grund der durchgeführten Prüfungen hat die Anstrichfarbe Indeko-W im Agar-Diffusionstest gegenüber *Staph. aureus*, *Ps. aeruginosa* und *Bac. subtilis* eine gute keimhemmende Wirkung bis zu einer Verdünnungsstufe von 1:3, wobei der Wirkungsgrad gegenüber den Testkeimen unterschiedlich war. Gegenüber *Staph. aureus* bestand eine bakterizide Wirkung, während *Ps. aeruginosa* und *Bac. subtilis* nur im Wachstum gehemmt wurden. Künstliche Alterung der Prüffarbe bis zu 30 Tagen bei 60° C hatte im Versuch nur eine geringe Wirkungsabnahme zur Folge. Dies bedeutet, daß Indeko-W gegenüber den geprüften Testkeimen nach der physikalisch-chemischen RGT-Regel eine Wirkungsdauer von 12-18 Monaten bei Zimmertemperatur besitzt.

Frische und gealterte Indeko-W-Farbe hemmt im Agar-Diffusionstest ebenfalls gut das Wachstum der Schimmelpilze *Penicillium notatum*, *Aspergillus flavus*, *Mucor racemosus* sowie das des Sproßpilzes *Candida albicans*. Die Wirkungsabnahme durch Alterung war etwas ausgeprägter als bei den mit Bakterien und Bazillen durchgeführten Untersuchungen. Dabei handelt es sich mit Ausnahme von *Mucor racemosus* und *Candida albicans* um eine fungizide Wirkung. *Mucor racemosus* ist ein Vertreter der niederen Algenpilze, die häufig eine

höhere Resistenz gegenüber Desinfektionsmitteln aufweisen. Doch kommt dies als alleinige Ursache für die nur vorhandene fungistatische Wirkung nicht in Frage, da auch *Candida albicans* als höherer Pilz nur gehemmt wurde. Für die Praxis ist jedoch diese Feststellung von untergeordneter Rolle, da die erwiesene gute pilzhemmende Wirkung die Vermehrung und Ausbreitung auch dieser Pilzstämme ausreichend verhindern kann.

Da Hautpilzkrankungen durch die zunehmende Kollektivierung der Lebensformen zu einem häufigen Krankheitsbild geworden sind, wurde Indeko-W auf Grund seiner günstigen bakterien- und schimmelpilzbeeinflussenden Wirkung auch gegenüber den hauptsächlich vorkommenden Hautpilzen geprüft. Dabei zeigte Indeko-W im Vergleich zur Dispersionsfarbe bis zu einer Verdünnung von 1:3 einen guten Wachstumshemmungseffekt gegenüber *Trichophyton mentagrophytes*, *Trichophyton granulosum*, *Trichophyton verrucosum* und *Microsporon gypseum*, wobei in jedem Falle eine Fungizidie nachgewiesen werden konnte. Künstliche Alterung bedingt nur geringen Wirkungsverlust und läßt auf eine gute keimwidrige Dauerwirkung gegenüber diesen Hautpilzen schließen.

Von einem in Krankenhäusern und Heilstätten zu verwendenden antimikrobiell wirksamen Anstrichmittel muß man neben einer bakterien- und pilz- auch eine tuberkelbakterienbeeinflussende Wirkung fordern. Es wurden deshalb entsprechende Prüfungen zur Klärung dieser Frage angeschlossen. Danach erwies sich die Anstrichfarbe Indeko-W auch gegenüber Tb.-Bakterien in kulturellen Untersuchungen als gut wachstumshemmend. Tierexperimentell konnte ein tuberkulozider Effekt durch Indeko-W-Anstriche nachgewiesen werden, doch besteht ebenfalls ein vom bakteriziden Wirkstoff unabhängiger physikalischer oder chemischer Abtötungseffekt, weil auf frischen und gealterten Dispersionsfarbanstrichen ebenfalls eine Abtötung der Tb.-Bakterien eintrat.

Mit Ausnahme der Tb.-Versuche sind alle Prüfungen gegenüber Bakterien und Bazillen an ungeschützten Kulturkeimen durchgeführt worden. Es erhebt sich hieraus die Frage, ob die erzielten günstigen Resultate auch unter natürlich gegebenen Verhältnissen erhalten bleiben. Normalerweise kommen in der Natur ungeschützte Keime nur sehr selten vor, weil sie beim Verlassen des Makroorganismus stets von eiweißhaltigen Schutzstoffen wie Eiter, Exsudat, Blut, Stuhl oder Speichel umgeben sind. Eine besondere Bedeutung kommt ebenfalls den an Staub angetrockneten Keimen zu. Auch unter diesen Bedingungen können verschiedene pathogene Mikroorganismen monatelang lebensfähig bleiben und eine unerkannte Infektionsquelle darstellen. Ob auf diese Keime Indeko-W gleichermaßen gut wirkt, ist nicht geprüft worden. Alle in der Außenwelt vorhandenen Mikroorganismen besitzen, sofern sie sich nicht in einem Wachsmilieu wie Lebensmittel befinden, einen Ruhestoffwechsel. In diesem Zustand sind sie gegenüber Desinfektionsmitteln wesentlich widerstandsfähiger. Es kann deshalb von vornherein angenommen werden, daß Indeko-W auf eiweißumhüllte, im Ruhestoffwechsel befindliche Keime weniger wirksam sein wird. Diese Überlegungen treffen in einem solchen Maße für Schimmelpilze nicht zu. Hier geht die Infektion fast ausschließlich von Sporen aus, deren Auskeimen bestimmte Luftfeuchte und Nährbedingungen erfordern.

F. ZUSAMMENFASSUNG

An Hand der Literatur werden die Voraussetzungen zur Entwicklung antimikrobiell wirkender Anstrichmittel und die Fortschritte auf diesem Gebiet besprochen. Aus den sich hieraus ergebenden Erkenntnissen wurde eine neue Binderfarbe mit antimikrobieller Wirkung geschaffen. Die Prüfung dieser Anstrichfarbe im Vergleich zur selben Farbe ohne antimikrobiellen Wirkstoffzusatz ergab:

1. Die Prüffarbe besitzt eine das Bakterien- und Bazillenwachstum beeinflussende Wirkung. Gegenüber *Staph. aureus* hat der in ihr enthaltene Wirkstoff einen bakterienabtötenden Effekt, während *Ps. aeruginosa* und *Bac. subtilis* in ihrem Wachstum lediglich gehemmt werden.
2. Gegenüber den Schimmelpilzen *Penicillium notatum*, *Aspergillus flavus*, *Mucor racemosus* und dem Sproßpilz *Candida albicans* bewirkt sie eine gute Wachstumshemmung. Mit Ausnahme von *Mucor racemosus* und *Candida albicans* handelt es sich hierbei um einen fungiziden Effekt.
3. Die Anstrichfarbe zeigt durchwegs eine gute fungizide Wirkung gegenüber den vier geprüften Hautpilzstämmen *Trichophyton mentagrophytes*, *Trichophyton granulosum*, *Trichophyton verrucosum* und *Microsporon gypseum*.
4. Sie läßt auch eine Hemmung des Tb.-Wachstums erkennen. Tierexperimentell wird eine tuberkulozide Eigenschaft nachgewiesen, doch besteht außerdem ein von ihrem bakteriziden Wirkstoff unabhängiger physikalischer oder chemischer Abtötungseffekt.

Alle diese Ergebnisse werden durch parallel laufende Kontrollversuche mit Prüffarbe ohne ihren antimikrobiellen Wirkstoffzusatz gesichert.

Alterungsversuche ließen zwar einen Wirkstoffverlust erkennen, doch blieb ein ausreichender keimhemmender Effekt erhalten, der sich in der Anwendungspraxis über einen Zeitraum von 12-18 Monaten erstrecken dürfte.

G. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

- Bell, W.B : The Relative Toxity of the Chlorinated Naphtalenes in Experimentally Produced Bovine Hyperkeratosis (X-Disease). Vet. Med., Chicago 48, 135-140 und 146 (1953)
- Carlson, S. : Bakterizide und fungizide Anstrichmittel. Zbl. Bakt., I. Orig., 164, 244-246 (1955)
- Carswell, T.S. and H.K. Nason : Properties and Use of Pentachlorophenol. Ind. Engin. Chem. 30, 622-626 (1938)
- Denton and Jutsum, Ltd.: Self-Sterilising Surfaces Created by Decorating, Barking (1953)
- Deycke, G. : Über Absterbebedingungen pathogener Keime auf gewissen Anstrichfarben Zbl. Bakt., I. Orig. 23, 1033 und 1081 (1898)
- Eisenschiml, O. and V.N. Kalberg : Fungicidal Protective Coatings. Paint, Oil Chem. Rev. 111, 17-19 u. 29-30 (1948)
- Epstein, S.S. : Tests in Breweries Show Germicidal Paints Retain Protective Powers. Food Industr. 2, 513 u. 541-543 (1937)
- Epstein, S.S. and F.D. Snell : Antiseptic and Germicidal Paints. Ind. Engin. Chem. 33, 398-401 (1941)
- Grey : zit. Langer, E. und R. Kaden
- Harry, R.G. : Mold Growth on Paint Films and Its Prevention. Paint Manufact. (London) 6, 309-311 (1936)
- Heicken, K. : Über desinfizierend wirkende Anstriche. Ges. Ing. 68, 37-41 (1947)

- Heimes : Über das Verhalten von Anstrich-
farben zu den pathogenen Bakterien.
Vereinsbeilage der Dtsch. med.
Wschr. Nr. 11, 65-67 (1899)
- Hilpert, R.S. und
Cl. Niehaus : Über Phenole als Antioxygene
in trockenen Ölen.
Angew. Chem. 47, 86-90 (1934)
- Hubert, F.E. : Permatol, a Preservative Treatment
for Exterior Millwork.
Tech. Bull., West. Pine Ass.,
Portland, Ore, 6, 1-7 (1936)
Rev. Appl. Mycol. 16, 148-149 (1936)
- Jacobitz, E. : Desinfizierende Wandanstriche.
Z. Hyg. 37, 70-114, (1901)
- Kaufmann, H.P.
und E. Gulinsky : Anwendungen der Elektronen-Mikros-
kopie auf dem Fettgebiet I:
Die Untersuchung von Anstrichen.
Fette, Seifen, Anstrichm.
57, 1007-1010 (1955)
- Kehoe, R.A.,
W. Deichmann-Gruebler
and K.V. Kitzmiller : Toxic Effect upon Rabbits of
Pentachlorophenol and Sodium
Pentachlorophenate.
J. Ind. Hyg. Tox., N.Y.
21, 173-201 (1939)
- Klund, H.S.
and H.A. Gardner : Exterior-Paint Test on Preserva-
tive-Treated Woods.
Nat. Paint, Varnish Lacquer
Ass., Sci. Sect.
Circ. No. 643, 219-222 (1942)
- Langer, E.
und R. Kaden : Lackförmige fungistatische Wirk-
stoffe.
Münch. med. Wschr. 96, 674-676
(1954)
- Lehmann, K.B. : Das Absterben von Eiterkokken auf
Linoleum, Holz, Glas und Gummi
unter Berücksichtigung von Licht
und Temperatur.
Arch. Hyg. 106, 1-31 (1931)

- Leonard, J.M
and A.L. Pitman : Tropical Performance of Fungicidal
Coatings.
Ind. Eng. Chem. 43, 2338-2341
(1951)
- Merzbacher, S. : Oxydationsvorgang der trocknen-
den Öle.
Chem. Umschau auf dem Gebiet der
Fette, Öle, Wachse und Harze
35, 173-176 (1928)
- Olafson, P.
and K. Mc Entee : The Experimental Production of
Hyperkeratosis (X-Disease) by
Feeding a Processed Concentrate.
Cornell Veter., N.Y.
41, 107-109 (1951)
- Portier, P.
et A. Kling : Sur la valeur antiseptique des
peintures aux dérivés phénoliques
chlorés, ou non chlorés.
Bull. Acad. Méd. (Paris)
106, 305-309 (1931)
- Ragg, M. : The Biological Rapid-Testing of
Ship-Bottom Paints.
Farbe und Lack 57, 287-291
und 352-356 (1951)
- Ruggeri, S. : Fungicidal Varnishes and Laquers.
Paint Varnish Production
30, 8-10 und 30-31 (1950)
- Sikes, D., J.C. Wise
and M.E. Bridges : The Experimental Production of
X-Disease (Hyperkeratosis) in
Cattle with Chlorinated Napha-
lenes and Petroleum Products.
J. Amer. Vet. Med. Ass., N.Y.
121, 337-344 (1952)
- Troussaint : Peinture microbicide.
Bull. de l'Acad. de méd., Paris
109, 448-452
ref. Chem. Zbl. II, 2027 (1933)
- Vallée, J. : Über bakterientötende Anstriche
und ein neues Mittel zur Bereitung
solcher Anstriche.
Chim. et Ind., Paris 31,
Sond. Nr. 4, 962-968 (1934)
ref. Chem. Zbl. II, 4022 (1934)

Wagener, K.
and A. Krüger

: Experimentelle Hyperkeratose-X-
Disease bei Katzen und Hunden.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 60,
312-315 (1953)

Ware, E.E.

: Bakterienfeste Anstrichfarben.
Paint Technology (London) 1,
5-9 (1936)
ref. Chem. Zbl. II, 4259-4260
(1936)

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. H. K l i e w e für die freundliche Überlassung des Themas und Arbeitsplatzes herzlichst zu danken. Weiterhin möchte ich auch Herrn Privatdozent Dr. S. C a r l s o n für seine jederzeit erreichbare Hilfe insbesondere bei Durchführung der Versuche meinen herzlichen Dank ausdrücken.

H. LEBENS LAUF

Am 1. August 1926 wurde ich, Hermann Pilz, als drittes Kind des Kaufmannes Hermann Pilz und seiner Ehefrau Maria, geborene Balk, in Karlsbad/Sudetenland geboren. Bereits im Jahre 1939 starb mein Vater, meine Mutter nach einem Verkehrsunfall im Februar 1958.

Ab 1937 besuchte ich das Realgymnasium meiner Heimatstadt. Im März 1944 wurde ich als Soldat eingezogen und erhielt gemäß den damaligen Bestimmungen den Reifevermerk zuerkannt. Mit Kriegsende verlor meine Familie durch die Vertreibung Heimat und Besitz. Sofort nach meiner Rückkehr aus französischer Kriegsgefangenschaft im August 1946 trat ich in das Realgymnasium am Zietenring in Wiesbaden ein und bestand dort Ende November 1946 die Reifeprüfung.

Im Sommersemester 1947 begann ich das Medizinstudium an der Außenstelle der Medizinischen Fakultät München in Regensburg. Mein klinisches Studium setzte ich an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz fort und schloß es im Juli 1954 mit gut bestandenem ärztlichen Staatsexamen ab. Meine praktische klinische Ausbildung erhielt ich anschließend bis zum Jahre 1958 an der Inneren, Chirurgischen und Kinderabteilung des Krankenhauses Paulinenstiftung in Wiesbaden und von 1959 bis Anfang 1961 an der Universitätsfrauenklinik in Mainz. Zwischenzeitlich war ich 4 Monate in Landpraxen als Vertreter tätig.

Seit Juli 1961 bin ich nun als Landarzt in Oberbrechen bei Limburg niedergelassen. Ich bin 2 1/2 Jahre verheiratet und habe einen 8 Monate alten Sohn.

